

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estudio de tránsito y modelación para dar soluciones  
viales a la interconexión vial del óvalo sector Cayma del  
puente Chilina en la provincia de Arequipa**

Juan Ubaldo Canaza Canaza

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **ASESOR**

Dra. Ing. Zadith Nancy Garrido Campaña

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi pleno agradecimiento a Dios, quien con su gracia llena mi vida y la vida de mi familia y me permite llegar a este importante momento en mi formación profesional.

Agradezco a mis padres por inculcarme y orientarme en cada actividad de mi existir como persona con cariño y valores, de igual forma a mi familia en especial a mis hijos Dilmar y Dilan por aportar el tiempo que debería estar con ellos, estoy seguro de que se sentirán muy orgullosos de mí, y de que haya conseguido y/o logrado el objetivo que me propuse cuando decidí ser un ingeniero.

Como también quiero mostrar mi agradecimiento sincero hacia mis compañeros de estudio de clase y amigos, quienes han hecho que este duro compromiso como es la carrera se llevara de forma más amena, encontrando en ellos muchas cosas que alimentaron mi formación como ingeniero, al igual que los docentes de esta Universidad Continental quienes me aconsejaron y acompañaron en todo momento hasta la culminación como profesional.

## **DEDICATORIA**

Con demasiado cariño a mis progenitores que me han dado la vida y a Liliana madre de mis hijos Dilmar y Dilan, quienes me apoyaron incondicionalmente en todo el proceso de formación y seguir creciendo como persona y profesional.

# ÍNDICE

ASESOR .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I:.....</b>	<b>3</b>
1.1 GENERALIDADES.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Planteamiento .....	3
1.2.2 Formulación del Problema.....	5
1.2.2.1 Problema General .....	5
1.2.2.2 Problemas Específicos .....	5
1.3 ANTECEDENTES.....	5
1.4 REALIDAD .....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.6 OBJETIVOS .....	7
1.6.1 Objetivo general .....	7
1.6.2 Objetivo específico.....	7
1.7 VARIABLES .....	8
1.8 ESQUEMA METODOLÓGICO.....	8
<b>CAPÍTULO II: .....</b>	<b>10</b>
2.1 VOLUMEN DE TRÁNSITO .....	10
2.1.1 Volúmenes de Tránsito Totales .....	10
2.1.2 Volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD).....	11
2.1.3 Volúmenes de Tránsito Horarios .....	11
2.1.4 Utilidad de Volúmenes de Tránsito .....	11
2.1.5 Factor de la Hora de Máxima Demanda .....	11
2.2 VELOCIDAD .....	12
2.2.1 Velocidad de punto, media temporal y media espacial .....	12
2.2.2 Velocidad de recorrido .....	12

2.2.3	Velocidad de marcha .....	12
2.2.4	Velocidad de diseño .....	12
2.3	TASAS DE CRECIMIENTO .....	13
2.4	FLUJO VEHICULAR .....	13
2.4.1	Flujo (q).....	14
2.4.2	Intervalo .....	14
2.4.3	Relación entre flujo e intervalo.....	14
2.4.4	Relación entre flujo máximo y volumen horario .....	15
2.4.5	Concentración o densidad (k) .....	15
2.4.6	Espaciamiento (s) .....	16
2.5	MODELOS DE ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO VEHICULAR .....	17
2.6	MODELO LINEAL DE COMPORTAMIENTO VEHICULAR SEGÚN GREENSHIELDS .....	18
2.7	CAPACIDAD VIAL .....	21
2.7.1	Nivel de Servicio .....	22
2.8	SYNCHRO 8.....	24
2.9	METODOLOGÍA .....	25
2.9.1	Tipo de Investigación .....	26
2.9.2	Población.....	26
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>27</b>
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	27
3.2	FLUJO VEHICULAR .....	34
3.3	TRÁNSITO FUTURO .....	50
3.4	INTERSECCIONES .....	52
3.5	CONFLICTOS .....	53
3.5.1	Divergencia .....	53
3.5.2	Convergencia.....	57
3.5.3	Cruce .....	58
3.6	TEORÍA DE COLAS .....	59
3.6.1	Descripción de la Teoría de Colas .....	59
3.6.2	Distribuciones de Probabilidad.....	60
3.6.3	Modelo de Colas Simples .....	60
3.6.4	Simulación.....	61

<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>69</b>
4.1 MODELADO DEL TRÁFICO.....	69
4.2 SIMULACIÓN.....	74
4.3 RESULTADOS.....	75
4.3.1 Indicadores Obtenidos en Synchro .....	76
4.4 INTERPRETACIÓN.....	77
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>79</b>
5.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	79
5.1.1 Semáforos.....	79
5.1.2 Flujo de Saturación.....	80
5.2 CÁLCULO DE SEMÁFOROS SEGÚN WEBSTER.....	84
5.2.1 Fases.....	84
5.2.2 Intervalo de Cambio de Fase .....	85
5.2.3 Longitud de Ciclo.....	86
5.2.3.1 Factor de Ajuste por Presencia de Vehículos Pesados .....	86
5.2.3.2 Flujos de Automóviles Directos.....	87
5.2.3.3 Modelo Básico del Flujo de Saturación .....	87
5.3 APLICACIÓN MANUAL DEL ÓVALO RAMÓN CASTILLA .....	89
5.4 RESULTADOS.....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
CONCLUSIONES .....	96
RECOMENDACIONES .....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
ANEXOS .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de simulación del tráfico en punto crítico .....	9
Figura 2. Variables asociadas del flujo vehicular.....	14
Figura 3. Flujo vehicular y Volumen horario.....	15
Figura 4. Concentración o densidad (k). .....	16
Figura 5. Espaciamiento entre vehículos. ....	16
Figura 6. Modelo de estudio micro de tránsito.....	17
Figura 7. Modelo de estudio macro de tránsito. ....	18
Figura 8. Relación lineal entre la velocidad y la densidad según B.D. Greenshields. ....	19
Figura 9. Relación parabólica entre el flujo y la densidad según B.D. Greenshields. ....	20
Figura 10. Relación parabólica entre la velocidad y el flujo según B.D.....	20
Figura 11. Relaciones del modelo lineal del comportamiento vehicular según B.D. ....	21
Figura 12. Niveles de servicio. ....	23
Figura 13. Interfaz del programa Synchro 8. ....	24
Figura 14. Óvalo Ramón Castilla, ubicación y vías que la conforman.....	27
Figura 15. Ruta Puente Chilina hacia calle Cuzco. ....	28
Figura 16. Ruta Puente Chilina hacia calle Ramón Castilla. ....	28
Figura 17. Ruta Puente Chilina hacia Alfonso Ugarte. ....	28
Figura 18. Ruta calle Cuzco hacia Alfonso Ugarte. ....	29
Figura 19. Ruta calle Cuzco hacia Ramón Castilla. ....	29
Figura 20. Ruta calle Cuzco hacia Puente Chilina. ....	30
Figura 21. Ruta calle Alfonso Ugarte hacia Puente Chilina.....	30
Figura 22. Ruta calle Alfonso Ugarte hacia Calle Cuzco.....	31
Figura 23. Ruta calle Alfonso Ugarte hacia Ramón Castilla.....	31
Figura 24. Intersección Ramón Castilla con la Avenida Bolognesi. ....	32
Figura 25. Colegio San Francisco de Asís en la calle Ramón Castilla. ....	32
Figura 26. Avenida Cuzco y su trazo.....	33
Figura 27. Intersección de la calle Alfonso Ugarte y la Calle León Velarde.....	34
Figura 28. Puente Chilina y sus carriles.....	34
Figura 29. Número de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. ....	35
Figura 30. Vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am.....	36
Figura 31. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. en el Puente Chilina. ....	37

Figura 32. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. en la Av. Cuzco.....	37
Figura 33. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. en la Av. Ramón Castilla.....	38
Figura 34. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. en Alfonso Ugarte. ....	38
Figura 35. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en el Puente Chilina. ....	39
Figura 36. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en la Av. Cuzco. ....	39
Figura 37. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en la Av. Ramón Castilla. ....	40
Figura 38. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en Alfonso Ugarte.....	40
Figura 39. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en el Puente Chilina. ....	41
Figura 40. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en la Av. Cuzco.....	41
Figura 41. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en la Av. Ramón Castilla. ....	42
Figura 42. Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en Alfonso Ugarte. ....	42
Figura 43. Resumen de número de vehículos por intervalos de 15min .....	43
Figura 44. Tráfico futuro Puente Chilina. ....	51
Figura 45. Tráfico futuro Av. Cuzco. ....	51
Figura 46. Tráfico futuro Ramón Castilla. ....	51
Figura 47. Tráfico futuro Alfonso Ugarte. ....	52
Figura 48. Tipos de intersecciones. ....	53
Figura 49. Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen del Puente Chilina. ....	54
Figura 50. Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de la Av. Cuzco. ....	54
Figura 51. Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de la Av. Ramón Castilla.....	55

Figura 52. Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de Alfonso Ugarte.....	56
Figura 53. Análisis de puntos de divergencia para vehículos que vienen de la rotonda y prosiguen en la Ramón Castilla.....	56
Figura 54. Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de la Av. Arequipa.....	57
Figura 55. Análisis de puntos de convergencia para el óvalo de Ramón Castilla.....	58
Figura 56. Análisis de puntos de cruce.....	58
Figura 57. Cuadro resumen de conflictos.....	59
Figura 58. Simulación.....	61
Figura 59. Vista planta de la zona de estudio.....	62
Figura 60. Óvalo Ramón Castilla en el programa Synchro.....	62
Figura 61. Asignación de flujos y datos de entrada en Synchro.....	63
Figura 62. Asignación de data para semáforos.....	63
Figura 63. Data para ingresar a Synchro desde el Puente Chilina.....	69
Figura 64. Data para ingresar a Synchro desde Av. Cuzco.....	70
Figura 65. Data para ingresar a Synchro desde Alfonso Ugarte.....	70
Figura 66. Data para ingresar a Synchro desde el Ramón Castilla.....	71
Figura 67. Resumen de data de entrada para el programa Synchro.....	71
Figura 68. Datos que solicita Synchro para realizar la simulación.....	72
Figura 69. Data relacionado a semaforización en Synchro.....	73
Figura 70. Información general asignada por direcciones y sentidos en Synchro.....	74
Figura 71. Isométrico de simulación en Synchro.....	75
Figura 72. Simulación en el programa Synchro.....	75
Figura 73. Ciclo de semáforo.....	76
Figura 74. Ratio de capacidad Synchro.....	77
Figura 75. Punto de intersección Ramón Castilla y Av. Arequipa.....	78
Figura 76. Nivel de servicio de la intersección.....	78
Figura 77. Fotografía de la Av. Ramón Castilla.....	81
Figura 78. Fase 1 que habilita las Av. Cuzco y Alfonso Ugarte.....	84
Figura 79. Fase 2 que habilita las Av. Ramón Castilla y Puente Chilina.....	85
Figura 80. Ejemplificación gráfica del modelo básico del flujo de saturación.....	88
Figura 81. VHMD para el periodo de hora punta de 7:00 am. - 9:00 am.....	89

Figura 82. Simulación después de la propuesta de semaforización. ....	93
Figura 83. Ciclos de semáforos y resultados de Synchrono. ....	94
Figura 84. Simulación en el Óvalo Ramón Castilla. ....	94
Figura 85. Isométrico de simulación de la intersección Ramón Castilla y Av. Arequipa. ....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de vías y sus velocidades .....	7
Tabla 2.	Niveles de servicio .....	22
Tabla 3.	Vehículo patrón o factor de conversión .....	25
Tabla 4.	Tabla 4 VHMD y FHMD .....	44
Tabla 5.	Aforo de velocidades desde el Puente Chilina de 7:00 am. - 9:00 am. ....	45
Tabla 6.	Aforo de velocidades desde la Av. Cuzco de 7:00 am. - 9:00 am. ....	46
Tabla 7.	Aforo de velocidades desde Ramón Castilla de 7:00 am. - 9:00 am. ....	47
Tabla 8.	Aforo de velocidades desde Alfonso Ugarte de 7:00 am. - 9:00 am. ....	47
Tabla 9.	Resumen de aforo de velocidades desde Puente Chilina de 7:00 am. - 9:00 am. ....	48
Tabla 10.	Resumen de aforo de velocidades desde Av. Cuzco de 7:00 am. - 9:00 am. ....	49
Tabla 11.	Resumen de aforo de velocidades desde Ramón Castilla de 7:00 am. - 9:00 am. ....	49
Tabla 12.	Resumen de aforo de velocidades desde Alfonso Ugarte de 7:00 am. - 9:00 am. ....	49
Tabla 13.	Resumen de tráfico futuro .....	52
Tabla 14.	Niveles de servicio y flujo vehicular .....	64
Tabla 15.	Cálculo de $t_0$ y $p$ para la teoría de colas .....	65
Tabla 16.	Cálculo de $t_0$ y $p$ para la teoría de colas para Ramón Castilla y Av. Arequipa .....	65
Tabla 17.	Proporción óptima de disipación de cola .....	66
Tabla 18.	Cantidad máxima en una cola.....	66
Tabla 19.	Longitud promedio de la cola por ciclo .....	67
Tabla 20.	Demora máxima .....	67
Tabla 21.	Demora total para todo el tránsito por ciclo.....	67
Tabla 22.	Nivel de servicio en el acceso y en la intersección .....	76
Tabla 23.	Factores de conversión .....	87
Tabla 24.	Cálculo de la longitud de intervalos .....	90
Tabla 25.	Ámbar, todo rojo e intervalos de fase .....	91
Tabla 26.	Tiempo perdido por fase y total por ciclo .....	91
Tabla 27.	Tiempos verde efectivos, por fases y reales.....	92
Tabla 28.	Nuevos niveles de servicio .....	93

## **RESUMEN**

La presente tesis tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico de la situación actual del óvalo Ramón Castilla, sector Cayma del puente Chilina, para proponer como una solución, el diseño de semáforos que logre mitigar la congestión, el atascamiento y probables eventuales accidentes de tráfico.

La optimización de tiempos en los semáforos, regularizará el flujo de tránsito en horas punta y mejorará los niveles de servicio en la interconexión vial del óvalo sector Cayma del puente Chilina en la provincia de Arequipa

La ciudad de Arequipa, cada año que pasa, tiene mayores problemas en su gestión vial, provocando mucho desorden, atraso, congestiones y accidentes. Esto debido a la ausencia de estudios de tráfico que permitan determinar las causales y agravantes de los distintos puntos de conflicto vial en nuestra ciudad.

Por tal motivo, esta investigación es del tipo aplicativo, se utilizarán ecuaciones y métodos los cuales abarcarán todo el proceso de evaluación y estudio de tráfico de un punto de conflicto vial de nuestra ciudad, el óvalo Ramón Castilla sector Cayma del Puente Chilina; por lo cual, se tiene como objetivo la recopilación de datos mediante aforos, evaluación, estudio y modelación con el software Synchro de simulación de comportamiento vial, determinando que una solución, consistente en la optimización de los tiempos de semáforos, garantizará un mejor flujo, orden y nivel de servicio del óvalo y sus calles concurrentes.

El software nos permitirá conocer con precisión los diferentes aspectos que deben ser mejorados, para obtener un punto base de conocimiento que nos permita proponer soluciones, adaptarlas y, finalmente, contrastarlas con los niveles de servicio iniciales, para validar así, su solución y su implementación.

Dentro de las conclusiones obtenidas, se mejoran los niveles de servicio gracias a los tiempos optimizados de los semáforos existentes, con lo cual se consigue disminuir la congestión vehicular en el punto de estudio.

Palabras claves: Tránsito, intersección, semáforos, niveles de servicio, flujo vehicular.

## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis is to carry out a diagnosis of the current situation of the Ramón Castilla oval, Cayma sector of the Chilina bridge, to propose, as a solution, the design of traffic lights that manages to mitigate congestion, traffic jams and probable eventual traffic accidents.

The optimization of traffic light times will regularize the flow of traffic at peak hours and improve service levels in the road interconnection of the oval Cayma sector of the Chilina bridge in the province of Arequipa

The city of Arequipa, each year that passes, has greater problems in its road management, causing a lot of disorder, delay, congestion and accidents. This is due to the absence of traffic studies that allow determining the causes and aggravating factors of the different road conflict points in our city.

For this reason, this research is of the application type, equations and methods will be used, which will cover the entire process of evaluation and traffic study of a road conflict point in our city, the Ramón Castilla oval, Cayma sector of the Chilina Bridge, for the objective of which is to collect data through gauging, evaluation, study and modeling with the Synchro road behavior simulation software, determining that a solution, consisting of the optimization of traffic light times, will guarantee a better flow, order and service level of the oval and its concurrent streets.

The software will allow us to know precisely the different aspects that must be improved to obtain a knowledge base point, which will allow us to propose solutions, adapt them and, finally, contrast them with the initial service levels, in order to validate its solution and its implementation.

Among the conclusions obtained, service levels are improved thanks to the optimized times of the existing traffic lights, which reduces vehicular congestion at the point of study.

Keywords: Traffic, intersection, traffic lights, service levels, vehicular flow.

# INTRODUCCIÓN

Las grandes ciudades requieren cada vez un mejor control de las vías de acceso a sus diferentes puntos de interés, dado que la economía, la comodidad y el confort de la población, se pueden medir en función del tiempo que les toma llegar a sus puntos de destino. La velocidad con la que se movilizarán, estará directamente relacionada con la libertad de maniobra que se les permitan, la interconexión de sus vías y el orden que sus diferentes métodos de control puedan ofrecer; sin embargo, esto requiere que las entidades públicas consideren planes de reorganización de calles y rutas que permitan alcanzar un nivel óptimo de servicio de transporte, gracias a una infraestructura adecuada y una salud vial que se traduce en altos niveles de servicio y capacidad (Cumpa, 2002).

En particular, en la ciudad de Arequipa, una de las más grandes ciudades de nuestro país, sufre una gran deficiencia de planeamiento y control de sus vías. La mayoría de sus puntos de conflicto ubicados en las zonas centrales y más concurridas de la ciudad, se generan debido a que sus calles son muchas veces muy estrechas y se encuentran en un mal estado, añadido a esto la ausencia de un plan de mantenimiento organizado y una cultura de prevención, generan que cada año se agrave más esta situación, provocando mayor caos y desorden en sus vías principales (Enrique, 2018). Por tal motivo, la presente tesis ahondará en uno de los puntos de conflictos más grandes de la zona norte de la ciudad, el óvalo Ramón Castilla, el cual es un punto que conecta los grandes volúmenes de vehículos que se movilizan entre los distritos Cayma y Alto Selva Alegre.

En el capítulo I, se abarcará las generalidades de la presente tesis, así como los antecedentes, realidad y su justificación. Así mismo, se detallarán los objetivos, sus variables y el esquema metodológico con el que se guiará el presente.

En el capítulo II, se desarrollará el marco teórico básico para poder repasar y comprender aquellos conceptos que serán el fundamento del análisis de volúmenes, velocidades y flujos vehiculares. Así mismo, se diferenciará los dos grandes tipos de modelos de estudio en Ingeniería de tránsito, los modelos macro y micro. Así como una breve introducción a los conceptos de niveles de servicio y capacidades que se usarán a lo largo de la presente tesis. Finalmente, se describirá la metodología y el software a usar, en este caso Synchro.

En el capítulo III, iniciando con la descripción de las vías que llegan al óvalo Ramón Castilla y delimitando la zona de estudio, se desarrollará básicamente toda la teoría relacionada con conflictos y flujo vehicular, obteniéndose parámetros necesarios para los capítulos subsiguientes. Finalizando el capítulo con en el desarrollo de la teoría de colas, donde se describirán sus hipótesis, las distribuciones de probabilidad, su modelado y simulación.

En el capítulo IV, se presentarán los resultados obtenidos de niveles de servicio y capacidad gracias al software Synchro, para lograr este objetivo se usarán parámetros obtenidos en capítulos

anteriores y se modelará la zona de estudio considerando las propiedades geométricas, propiedades de tránsito, direcciones, flujos vehiculares de la zona de estudio, entre otros.

En el capítulo V, se describirán las alternativas de solución probables para mejorar el nivel de servicio del óvalo y sus calles incidentes, así como se ahondará en la teoría de semáforos según Webster, donde se evidenciará con detalle los procedimientos matemáticos usados para poder determinar los tiempos de semáforos óptimos, así como su validación en el software Synchro. Y como toda investigación se culminará con las conclusiones y recomendaciones correspondientes, producto del desarrollo de la tesis, así como las referencias bibliográficas que se consultaron y que forman parte del soporte teórico del presente junto a los anexos, donde se muestran los resultados de la recopilación de datos gracias a los aforos realizados y demás.

# **CAPÍTULO I**

## **1.1 GENERALIDADES**

En el siguiente capítulo se detalla los alcances del presente trabajo de investigación, el cual muestra el estado actual del tráfico en la interconexión del óvalo de Cayma proveniente del puente Chilina, que tras la simple inspección, se ve que en horas punta presenta una congestión vehicular por sus grandes densidades vehiculares del parque automotor de Arequipa (Enrique, 2018).

Se presenta la justificación del proyecto, así como los objetivos los cuales nos llevarán a detallar el problema que se vive en esta intersección, de tal modo que se pueda modelar y realizar un análisis macroscópico del tráfico en este sector, para luego dar soluciones viables en esta parte de la ciudad.

## **1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Planteamiento**

La informalidad ha llevado a nuestro país a un gran desorden en muchos de sus aspectos, económico, social y cultural, que ha traído grandes dificultades a las entidades públicas, quienes debido a la desinformación, han tenido una mala organización y administración en el adecuado control vial y urbano, esto principalmente debido al crecimiento urbano que no ha sabido medirse adecuadamente y que no ha facilitado la correcta toma de decisiones (Posada, 2018).

Uno de estos grandes problemas socioculturales, es la organización de la infraestructura vial a nivel urbano, todas las grandes ciudades de nuestro país, tienen dentro de sus principales problemáticas la ausencia de vías anchas, vías alternas, vías que ofrezcan la capacidad o nivel de servicio adecuado para el gran volumen de vehículos existentes en nuestro entorno; aunado a esta deficiente infraestructura, está la continua informalidad de la población, de la apropiación e invasión de terrenos eriazos, la falta de respeto a los límites establecidos como derechos de vías, el total irrespeto de las normas de tránsito, así como el continuo cambio desinformado de uso de las edificaciones de vivienda a comerciales, entre otros (MTC, 2008). Añadiendo el constante

crecimiento de la población automotor que se acelera cada año con la llegada de nuevos vehículos, y el uso prolongado de vehículos longevos, ha llevado a que la ciudad de Arequipa sea una de las ciudades que encabezan la lista de ciudades con el peor nivel de servicio ofrecido a sus habitantes en materia de infraestructura vial (Enrique, 2018).

No hace falta mucha investigación para determinar aquellos puntos críticos de nuestra ciudad que empobrecen constantemente el bajo nivel de servicio global de la ciudad de Arequipa, siendo materia de estudio uno de estos, la interconexión vial del óvalo sector Cayma del Puente Chilina (Redacción RPP, 2016).

Si bien la construcción y habilitación de la infraestructura del Puente Chilina ha aliviado en gran medida la demanda de una conexión entre los distritos de Cayma y Selva Alegre, sin sobrecargar aún más el recorrido intermedio por el centro de la ciudad. A lo largo de los años solo ha generado que el problema se distribuya, no de forma homogénea, en otras vías y calles aledañas, una de estas, es la vía principal colectora de la Av. Ramón Castilla, que surge de la interconexión vial del óvalo sector Cayma del Puente Chilina y desemboca en la intersección con la Avenida Bolognesi, siendo esta una de las pocas avenidas principales que dispone el distrito de Cayma para conectar más de la mitad de su población total ubicada en el norte de la ciudad.

La distribución vehicular de estas vías se agrava aún más en horas punta, llegando a niveles de servicio muy pobres, que involucra la completa detención del vehículo y una espera muy larga para volver a marchar, ha generado un tráfico tal, que la presencia de medidas de regulación vial existentes como los semáforos no ofrecen el nivel de servicio mínimo que justifiquen su presencia. De hecho, muchas veces su fallo no ha generado mayores complicaciones en el reordenamiento vial, por lo que se intuye que no se justifica su efectividad debido a una mala distribución de sus tiempos (Bull, 2007).

Uno de los grandes motivos pudiese ser la ausencia de un estudio de tráfico actualizado y localizado, que permita conocer una distribución óptima de sus tiempos asignados a cada color. Esto se puede lograr con una previsión, tanto actual, gracias a un aforo vehicular u otro método relacionado, como a un tiempo futuro, con la consideración de la tasa de crecimiento vehicular y sus implicancias (Defensoría del Pueblo, 2022).

Y, por último, se hace mención que nos encontramos ya en una era de la información mayormente digitalizada, con la presencia de diversas herramientas que nos han facilitado enormemente en la gestión de información y obtención de resultados, actualmente se pueden mencionar softwares altamente especializados en la rama de Infraestructura vial, que nos garantizan un gran ahorro de tiempo, efectividad de resultados y rapidez en su verificación. Uno de estos programas es SYNCHRO 8 que se ha usado ampliamente en las tesis relacionadas al tema en muchas

ciudades de nuestro país. Lo cual motiva su uso, tanto para la gestión de datos, como para la obtención de conclusiones y toma de decisiones en materia de gestión vial (Trafficware, 2011).

## **1.2.2 Formulación del Problema**

### **1.2.2.1 Problema General**

¿La optimización de tiempos en los semáforos regularizará el flujo de tránsito en horas punta y mejora de los niveles de servicio en la interconexión vial del óvalo sector Cayma del puente Chilina en la provincia de Arequipa?

### **1.2.2.2 Problemas Específicos**

- P.E.1. ¿Se realizó un estudio correcto acerca de la tasa de crecimiento a futuro del parque automotor para esta vía del óvalo sector Cayma del puente Chilina en la provincia de Arequipa?
- P.E.2. ¿Cuál será el aforo vehicular real en horas punta en la vía del óvalo sector Cayma del puente Chilina en la provincia de Arequipa?
- P.E.3. ¿Cuán útil será el Software SYNCHRO 8 para el diseño de tránsito de la vía del óvalo sector Cayma del puente Chilina en la provincia de Arequipa?

## **1.3 ANTECEDENTES**

Según informó la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP), el parque automotor de Arequipa en el año 2020 registro un incremento en 18 724 unidades vehiculares, se observa que ha ido creciendo exponencialmente, si se hace un análisis del 31 de diciembre del 2009 al 31 de mayo 2021, las cifras se vieron en crecimiento de pasar 111 179 vehículos registrados a 355 194 donde se puede ver un crecimiento del 300% (Enrique, 2018).

En las últimas décadas, especialmente a partir de principios de los años 90, el aumento exponencial y la demanda de transporte, han causado que en las grandes ciudades haya, mayor congestión, tráfico, accidentes y problemas ambientales. La congestión vehicular está presente en todas las ciudades grandes en formación ,ya que los proyectos viales no fueron adecuadamente estudiados y no se hizo unas aproximaciones adecuadas de tránsitos futuros, por lo que actualmente según los informes estadísticos, es que se tiene congestiones en puntos críticos de las ciudades (Fernández, 2011).

El poco uso del transporte público y la falta de implementación de un transporte masivo, ha provocado que el crecimiento del parque automotor en la ciudad de Arequipa sea cada vez más rápido, lo cual ha producido que se produzcan varios puntos críticos en toda la ciudad (Posada, 2018).

Según Condori (2019), las horas punta en Arequipa se han incrementado debido al congestionamiento vehicular. Según un reporte de la Policía Nacional del Perú, las horas punta donde se daba la aglomeración de carros en las avenidas principales de la ciudad, eran de seis de la mañana a ocho. Ahora se extendió hasta las 9 de la mañana, es similar la situación durante el horario de la noche el cual se da desde las 6:00 pm. hasta las 9:00 pm. donde se ve congestiones vehiculares en los puntos críticos de la ciudad. Ahora se extiende media hora más. Hay varias causas, una de ellas es el incremento del parque automotor; otra causa es el cierre de vías para la ejecución de obras. Según la Policía de Tránsito, el Municipio de Arequipa no está avisando de esta medida. También se observa que las señaléticas de las vías se encuentran deterioradas, así como los semáforos (Condori, 2019).

Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, muchas veces tienen que operar por encima de su capacidad para poder satisfacer los incrementos de la demanda por servicios de transporte, originando problemas de tránsito, lo que conlleva a que se pueda medir en términos de accidentes y congestionamiento (Cal et al., 1994).

El puente Chilina permitió descongestionar el tránsito vehicular que se venía produciendo en el puente Grau por vehículos que querían dirigirse del distrito del alto selva alegre a los distritos de Cayma, Cerro Colorado y Yanahuara, lo cual con este proyecto se alivió en gran manera estos sectores; sin embargo, al no tener un adecuado estudio de tráfico, se vio que las calles a las cuales desembocan los vehículos como es la calle Ramón Castilla, se empezaron a congestionar por los flujos vehiculares de la ciudad (RPP, 2016).

#### **1.4 REALIDAD**

En la actualidad, Arequipa se encuentra con un incremento anual del parque automotor, lo cual produce una densidad vehicular por hora demasiado elevada en avenidas principales, gran parte de los proyectos viales en ejecución no contienen un estudio de tránsito correcto, lo cual produce que calles cercanas empiecen a congestionarse y no se dé un adecuado flujo vehicular; estos proyectos viales que intervienen muchas de las avenidas y calles de nuestra ciudad, generan un incremento de la tasa de accidentes de tránsito, afectando directamente a la población de Arequipa de manera física, económica y psicológica (Enrique, 2018).

El Puente Chilina es un proyecto vial que une los distritos de alto selva alegre y el distrito de Cayma, en el cual se encuentra en cada extremo una rotonda unida por una autopista con velocidades como se muestra en la tabla 1, la cual nos da a conocer las velocidades máximas y mínimas que se tiene, sabiendo que el carril izquierdo es el de máxima velocidad y el derecho de mínima velocidad (Cumpa, 2002).

Se tiene además que en el óvalo de Cayma que es el que analizaremos, se presenta congestiones vehiculares, el caso crítico es la calle Ramón Castilla debido a que esta vía colectora es utilizada para dirigirse al distrito de cerro colorado, lo que en cuerdas más adelante se reduce el ancho del carril, además de la falta de señalización y controles, produciendo una congestión vehicular en horas punta (Condori, 2019).

**Tabla 1.**

*Descripción de vías y sus velocidades*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción de vías</b>	<b>Velocidad</b>
1.00	Vía de Alto Selva Alegre a Cayma	60 Km/Hr.
2.00	Vía de Alto Selva Alegre a Cayma	40 Km/Hr.
3.00	Vía de Cayma a Alto Selva Alegre	60 Km/Hr.
4.00	Vía de Cayma a Alto Selva Alegre	40 Km/Hr.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

El crecimiento urbano, así como el crecimiento exponencial del parque automotor en la ciudad de Arequipa, nos da a conocer puntos de la ciudad críticos en horas punta, lo cual ocasiona problemas de congestión vehicular por la mala distribución de las vías y la falta de conocimiento de los conductores de las vías alternas (Enrique, 2018).

Esto está en función de la información de la policía nacional del Perú, en el cual especifican que hubo un aumento de 60 minutos de las horas punta por el gran congestionamiento vehicular, además del deterioro de los sistemas de control como semáforos, los cuales deben ser regulados a los nuevos volúmenes de tránsito (Condori, 2019).

La interconexión vial del óvalo de Cayma del puente Chilina en horas punta se convirtió en un punto de alto tráfico, tomando en consideración los vehículos de la calle Cusco y de la calle Ramón Castilla. así mismo de los que salen y entran a la calle Alfonso Ugarte, además de vías cercanas de alto tránsito como son la Av. Arequipa y la Av. Cayma.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo general**

- Realizar el Estudio de Tránsito para Determinar la Solución a la Congestión Vehicular de la Vía del Óvalo Sector Cayma del Puente Chilina en la Provincia de Arequipa mediante la regulación de semáforos.

### **1.6.2 Objetivo específico**

- O.E.1. Realizar el estudio de tránsito mediante aforos.

- O.E.2. Determinar el nivel de servicio de la zona de estudio.
- O.E.3. Modelar mediante el Software SYNCHRO 8 el nivel de servicio y así conocer los problemas causales de dicha congestión vehicular.
- O.E.4. Determinar los tiempos de semáforos óptimos para mejorar el nivel de servicio y reducir la congestión vehicular.

## **1.7 VARIABLES**

### **Independientes**

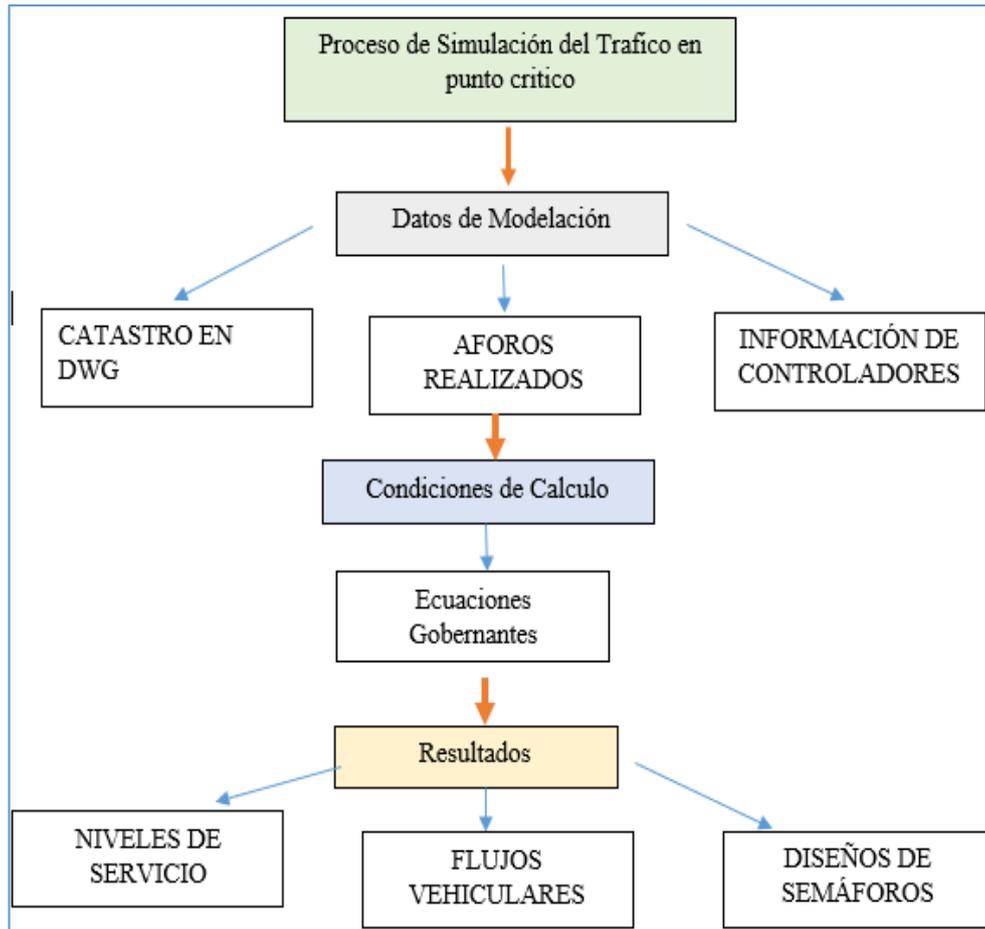
- Volumen de tránsito.
- Tránsito promedio diario.
- Velocidad promedio.

### **Dependientes**

- Nivel de servicio.
- Flujos vehiculares.
- Controles vehiculares.

## **1.8 ESQUEMA METODOLÓGICO**

Se presenta a continuación el esquema que se seguirá para el procesamiento de la información.



**Figura 1.** Proceso de simulación del tráfico en punto crítico

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Todo elemento componente de la infraestructura vial, tales como carreteras, óvalos, estacionamientos, intersecciones, entre otros, tienen como objetivo la de acoger una determinada capacidad o volumen de tránsito, la cual estará relacionada íntimamente con el espacio y tiempo (Fernández, 2011).

Este parámetro de volumen de tránsito nos ayudará a determinar un buen diseño que satisface una determinada demanda.

Este concepto es el más básico de la Ingeniería de tránsito, siendo simplemente la relación del número de vehículos que pasan por un determinado punto.

Es decir:

$$Q = \frac{N}{t}$$

Siendo Q el número de vehículos por una unidad determinada de tiempo, N el número total de vehículos y T el periodo de tiempo de estudio.

##### **2.1.1 Volúmenes de Tránsito Totales**

Es el número total de vehículos que circulan en un tiempo determinado.

Así tenemos tránsito anual, mensual, semanal, diario y horario si se considera un periodo de 1 año, 1 mes, 1 semana, 1 día, 1 hora respectivamente.

Para el caso que el período de tiempo sea inferior a 1 hora, se tiene que considerar el concepto de Tasa de flujo o flujo q (MTC, 2018).

### **2.1.2 Volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD)**

Este concepto está muy relacionado con el volumen de tránsito total pero dividido con el número de días respectivo (Ruiz, 2018). Como ejemplo pongamos el caso de un Tránsito promedio diario mensual (TPDM), el cual se obtendría dividiendo el tránsito mensual entre 30 días.

### **2.1.3 Volúmenes de Tránsito Horarios**

Dentro de los conceptos que tenemos que tomar en cuenta están los de volumen horario máximo anual, el cual es el máximo volumen de vehículos que circulan en una hora de todas las que tiene un año, y el volumen horario de proyecto, la cual es un volumen proyectado con fines de diseño (Hernández, 2010).

### **2.1.4 Utilidad de Volúmenes de Tránsito**

Dentro de sus utilidades directas que nos ofrecen estos parámetros, son la planeación dado que nos ayudarán a clasificar, estimar, y desarrollar proyectos con fines de mantenimiento, mejoras, entre otros. Además, que es un requerimiento básico para el diseño geométrico de carreteras el análisis mediante la teoría de capacidad, zonificación, flujos vehiculares, estudios de semáforos, de estacionamientos, y muchos otros (Sercan & Ergün, 2015).

Alineado con el propósito de la presente tesis, se usarán estos parámetros para medir la demanda y capacidad actual de las calles de la zona de estudio, para luego evaluar flujos vehiculares, y luego proponer alguna alternativa de solución de control de tránsito si amerita (Fernández, 2014).

### **2.1.5 Factor de la Hora de Máxima Demanda**

En una determinada hora donde se produzca el máximo volumen, es decir, un volumen horario de máxima demanda, no significa necesariamente que el flujo (número de vehículos en periodos de tiempo más cortos que una hora) no alcance un valor mayor a este. Por tal motivo, surge el concepto de factor de la hora de máxima demanda, la cual relaciona el volumen horario de la máxima demanda con el flujo máximo con la siguiente ecuación:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(qmax)}$$

Donde N representa el número de periodos durante la hora de máxima demanda (siendo el periodo más comúnmente usado de 15 min).

Este factor nos permitirá definir si los flujos máximos están distribuidos uniformemente en la hora analizada. Si es 1, significa que es una distribución uniforme, si tiene valores mucho menores al 1 indicará que tienen concentraciones de flujos máximos (Fernández, 2011).

## **2.2 VELOCIDAD**

Sabiendo que la velocidad es la relación que existe entre la distancia recorrida en un determinado tiempo (generalmente medido en km/h.), tenemos que definir otros conceptos que nos permitirán discernir adecuadamente el comportamiento de un vehículo o grupo de estos (Cumpa, 2002).

### **2.2.1 Velocidad de punto, media temporal y media espacial**

El primer concepto que tenemos que diferenciar es la velocidad de punto o instantánea, la cual es, la velocidad que experimenta un vehículo en un determinado instante de tiempo. El segundo y tercero son sobre velocidades media temporal y espacial, siendo ambos la media aritmética de las velocidades, pero el primero considerando un grupo de vehículos en un intervalo de tiempo determinado y el segundo en un determinado tramo de una carretera o calle (Fernández, 2011).

Considerar que la velocidad media temporal es la más adecuada para efectuar posteriormente un análisis de flujo vehicular. Y que la velocidad media espacial no puede ser mayor que la velocidad media temporal.

### **2.2.2 Velocidad de recorrido**

La velocidad de recorrido, es la relación entre la distancia recorrida y el tiempo total que se utilizó para llegar a cubrir esa distancia, considerando, a diferencia de los conceptos de velocidad previos, todas las demoras, los retrasos, propios o no propios del conductor para llegar de un punto de partida a uno de llegada. Este valor ayudará a diferenciar la buena calidad del diseño por la fluidez en función de la velocidad. Y nos permitirá medir los efectos que una medida correctiva influye en el estudio de una vía (Fernández, 2011).

### **2.2.3 Velocidad de marcha**

La velocidad de marcha o de crucero, a diferencia de la Velocidad de recorrido, no se incluyen los tiempos de retraso; es decir, todo tiempo en la cual el vehículo se encontraba detenido, por tal motivo se deduce que esta velocidad siempre será mayor que la velocidad de recorrido (Ruiz, 2018).

### **2.2.4 Velocidad de diseño**

Finalmente, se tiene el concepto de velocidad de diseño o de proyecto, la cual es la velocidad máxima que puede circular un vehículo en una determina franja de la vía, el cual estará íntimamente condicionado con la topografía, las condiciones ambientales, la configuración geométrica de la carretera, la sección transversal, entre otros (Cumpa, 2002).

Esta velocidad de diseño también debe considerar el crecimiento anual de la población vehicular, así como considerar los efectos accidentales como cambios de uso de tierra, desgaste de la infraestructura, entre otros muchos factores (Vera, 2012).

Por ese motivo se usará como base la siguiente ecuación:

$$Pf = Po(1 + Te)^n$$

La cual evalúa una tasa de crecimiento anual  $Te$  en función del año que se desea estimar  $n$  para un tránsito inicial o base  $Po$  para poder calcular un tránsito futuro o final  $Pf$ .

### **2.3 TASAS DE CRECIMIENTO**

Este parámetro es ampliamente conocido y referenciado, sin embargo, en la gran mayoría de investigaciones no se profundiza o se calcula adecuadamente, debido a que no se tiene las bases suficientes para su cálculo. Este parámetro que evalúa un crecimiento anual del parque automotor, en el sentido más estricto, debería evaluarse considerando otros factores como el tipo de vehículo considerado, dado que el crecimiento de vehículos ligeros o pesados variará en función de la demanda y el desarrollo económico de la región, así como cada región deberá poseer una tasa de crecimiento evaluando su crecimiento poblacional, su desarrollo social-económico, entre otros factores muy difíciles de evaluar y medir, y aún más de validar. Y finalmente, para condensar esta información en un solo parámetro o valor de tasa de crecimiento, se debería de poseer información estadística histórica constantemente validada para cada región y para cada año que nos permita conocer con certeza un porcentaje de crecimiento anual (Ruiz, 2018).

Por tales motivos, debido a la ausencia de este tipo de registros y estudios, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha proporcionado un rango de tasa de crecimiento de tráfico entre un 2% al 6% según el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos de la R.D. N°10-2014-MTC/14. Siendo estos valores referenciados gracias a un estudio llevado por el MTC que correlacionó la dinámica de crecimiento social y económico, asociando la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (MTC, 2008).

### **2.4 FLUJO VEHICULAR**

El flujo vehicular nos va a ayudar a comprender como es la relación de diversos factores como el volumen, la densidad, la velocidad, el espaciamiento, el intervalo, entre otros. Siendo la base para poder comprender los modelos macroscópicos y microscópicos, su síntesis, y su relación con la teoría de capacidad y niveles de servicio (Cárdenas, 2013).

Para poder comprender plenamente acerca del flujo vehicular, tenemos que tener pleno conocimiento de conceptos básicos como velocidad, flujo y densidad. Las características de la corriente de tránsito surgirán a partir de las relaciones que existan entre estos tres factores. Permitiendo determinar la calidad de servicio que los usuarios experimentan (Cal et al., 1994).

En la imagen siguiente podemos ver que gracias a estos factores también podemos expresar otros relacionados o también llamadas variables asociadas.



**Figura 2.** Variables asociadas del flujo vehicular.

### 2.4.1 Flujo (q)

También llamado tasa de flujo, es una frecuencia que significa la cantidad de vehículos que pasan un determinado punto en un tiempo específico menor a 1 hora.

$$q = \frac{\text{Número de vehículos}}{\text{tiempo menor a } 1h}$$

Si el tiempo fuera 1 hora, vendría a ser Q, o volumen horario.

### 2.4.2 Intervalo

Siendo de dos tipos, intervalo simple y promedio. Representa el intervalo de tiempo en el transcurrir de dos vehículos consecutivos (Cárdenas, 2013).

### 2.4.3 Relación entre flujo e intervalo

Podemos notar que, debido a las unidades del flujo (veh/s) y el intervalo (s/veh), podemos definir la siguiente relación:

$$h_{prom} = \frac{1}{q}$$

#### 2.4.4 Relación entre flujo máximo y volumen horario

Sabiendo que el flujo está referido a intervalos de tiempo menores a 1 hora, existirá una serie de flujos que podrían superar al valor promedio o volumen horario de esa hora de análisis (Cal et al., 1994).

Podemos tomar como referencia el periodo de tiempo de 15 min. (es decir, 4 flujos en una hora de estudio) más empleado para flujos vehiculares, y analizar su relación con respecto al volumen horario.

En la siguiente imagen, podemos notar que el segundo flujo posee un valor mayor al correspondiente promedio o Volumen horario, por lo cual demostraría que se debería tener especial cuidado con estos intervalos de tiempo, dado que podrían representar el quiebre de la fluidez en el tránsito vehicular al generar problemas de congestión (Cal et al., 1994).

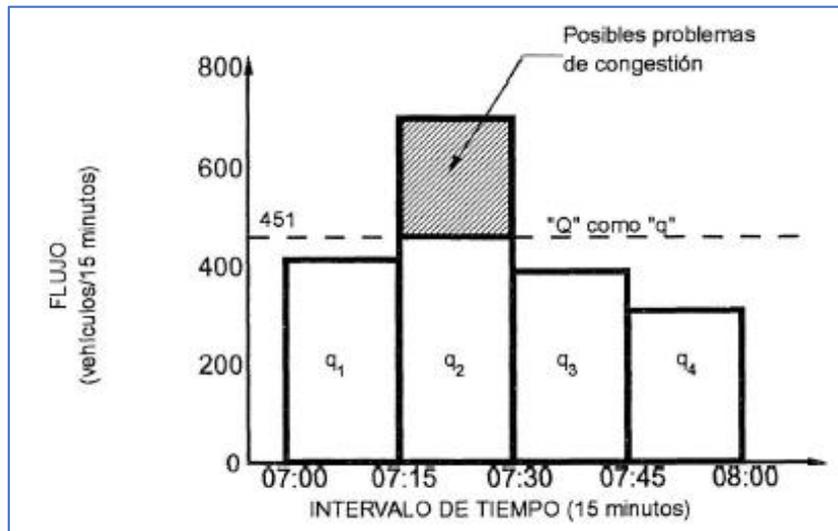


Figura 3. Flujo vehicular y Volumen horario.

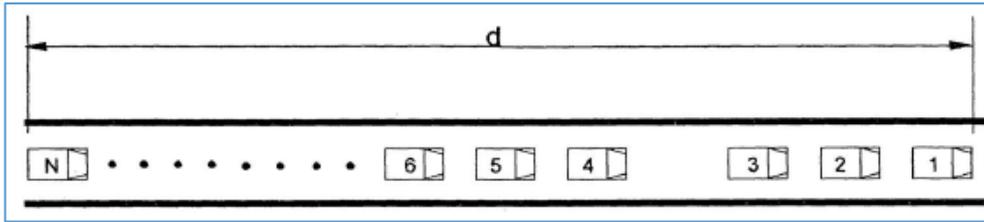
Fuente: Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994)

#### 2.4.5 Concentración o densidad (k)

Considerando un solo carril o todos los que componen una vía, es la cantidad de vehículos que ocupan en espacio una determinada longitud, su unidad es (veh/km)

Es decir, se representa con la siguiente ecuación:

$$k = \frac{\text{Número de vehículos}}{\text{Distancia}}$$



**Figura 4.** Concentración o densidad ( $k$ ).

**Fuente:** Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994)

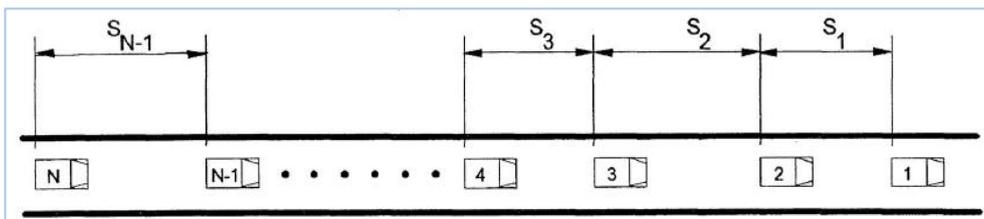
### 2.4.6 Espaciamiento ( $s$ )

A diferencia del concepto de intervalo, el espaciamiento es la distancia entre el transcurrir de dos vehículos consecutivos. El espaciamiento promedio se halla en función de espaciamientos simples de varios vehículos, siendo su unidad la de (m/veh)

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} s_i}{N - 1}$$

Donde:

- $\bar{s}$  = espaciamiento promedio (m/veh)
- $N$  = número de vehículos (veh)
- $N - 1$  = número de espaciamientos (veh)
- $s_i$  = espaciamiento simple entre el vehículo  $i$  y el vehículo  $i + 1$



**Figura 5.** Espaciamiento entre vehículos.

**Fuente:** Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994)

Podemos relacionar la densidad ( $k$ ) con el espaciamiento ( $\bar{s}$ ) gracias a la siguiente ecuación:

$$\bar{s} = \frac{1}{k}$$

Relación existente entre flujo, densidad, velocidad, intervalo y espaciamiento.

Hasta el momento se han definido una serie de conceptos que están íntimamente vinculados por su naturaleza tanto al tiempo o al espacio, ejemplo tenemos el intervalo, un parámetro de tiempo, al igual que el espaciamiento, un parámetro de espacio; los que se podrán relacionar con una magnitud de velocidad (dado que una longitud es igual a una velocidad por un determinado tiempo) permitiéndonos así obtener relaciones intrínsecas del flujo vehicular (Fernández, 2011).

Citando nuevamente las siguientes relaciones:

$$\bar{h} = \frac{1}{q} \text{ y } \bar{s} = \frac{1}{k}$$

Reemplazando en una relación básica de la física:

$$e = \text{velocidad} \times \text{tiempo}$$

$$\bar{s} = \bar{v}e \times \bar{h}$$

Obtendremos:

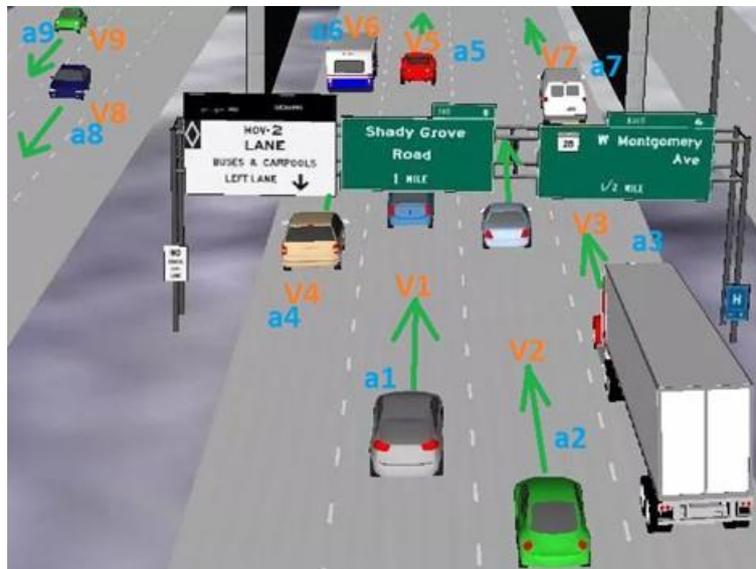
$$q = v k$$

La cual es denominada la ecuación fundamental del flujo vehicular.

De los tres parámetros que constituyen la ecuación fundamental del flujo vehicular, la más fácil de hallar es la del flujo, dado que es contabilizar todos los vehículos en un determinado tiempo. Luego se encuentra la velocidad, la cual puede medirse en función del tiempo que demora en circular dos puntos de inicio y fin. Por lo tanto, gracias a la ecuación podría determinarse luego la variable K o densidad (Cal et al., 1994).

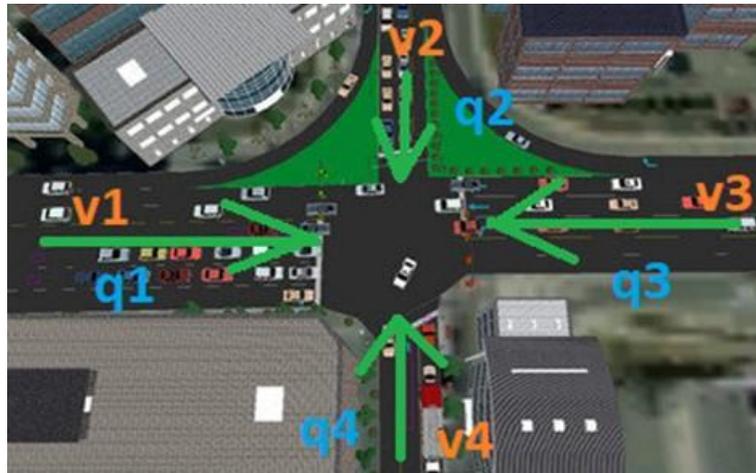
## 2.5 MODELOS DE ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO VEHICULAR

Existen dos grandes tipologías de modelado para un tráfico vehicular, tenemos el modelo microscópico, que considera el vehículo como un elemento individual, y por lo tanto sus características y propiedades, como se ven en la siguiente imagen, siendo acorde a la teoría del seguimiento vehicular; lo que implica estudiar el comportamiento vehicular que interactúa entre los diversos elementos de la vía, es decir, interacción entre vehículos como elementos individuales (Chávez, 2005).



**Figura 6.** Modelo de estudio micro de tránsito.

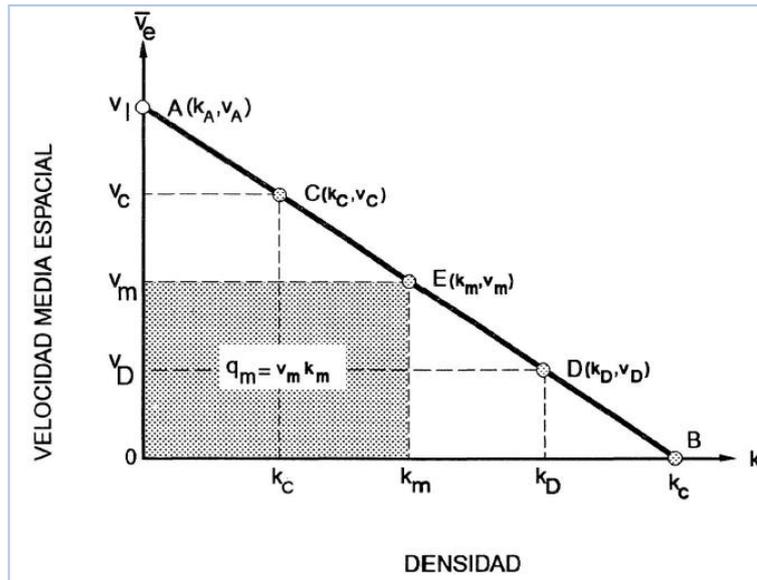
El segundo grupo es un modelo macroscópico, que considera la aproximación de una realidad en función de grupos de vehículos, es decir, propiedades inherentes a volúmenes de unidades, como flujos, densidades, y otras propiedades promedio que consideran un comportamiento macro o global. Dentro de sus herramientas que se usan para estudiar el comportamiento de un flujo vehicular bajo un modelo macroscópico están las curvas de regresión, aproximación, métodos deductivos y analogías físicas (MTC, 2018).



*Figura 7.* Modelo de estudio macro de tránsito.

## **2.6 MODELO LINEAL DE COMPORTAMIENTO VEHICULAR SEGÚN GREENSHIELDS**

La presente tesis adoptará un estudio del comportamiento vehicular considerando un modelo macroscópico, siendo de los cuales, el propuesto por B.D. Greenshields, quien propuso analizar el comportamiento de un flujo vehicular en función de una relación lineal entre la velocidad ( $v$ ) y la densidad ( $k$ ) (Cal et al., 1994).



**Figura 8.** Relación lineal entre la velocidad y la densidad según B.D. Greenshields.  
**Fuente:** Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994)

Donde se tiene presente la siguiente ecuación:

$$\bar{v}e = vl - \frac{(vl)}{kc} k$$

Donde:

$\bar{v}e$  : es la velocidad media espacial en km/h.

$k$  : representa la densidad en veh/km/carril.

$vl$  : es la velocidad media espacial, pero considerando un flujo libre en km/h.

$kc$  : es la densidad de congestonamiento en veh/km/carril.

Donde tenemos que comprender que la velocidad media espacial a flujo libre, representa la velocidad máxima que un vehículo puede circular en una vía debido a la falta de interferencias con otros vehículos u otros elementos. Y la densidad de congestonamiento ( $kc$ ), corresponde al caso extremo contrario donde hay demasiados vehículos que generan un congestonamiento tal que la velocidad sea cero (Cal et al., 1994).

En la imagen podemos también apreciar un rectángulo que representa el flujo máximo teórico de una vía, la cual es justamente la multiplicación de la velocidad con la densidad. Siendo este punto E los valores que corresponden a la mitad de la velocidad media espacial en flujo libre y la mitad del valor de densidad de congestonamiento (Ruiz, 2018).

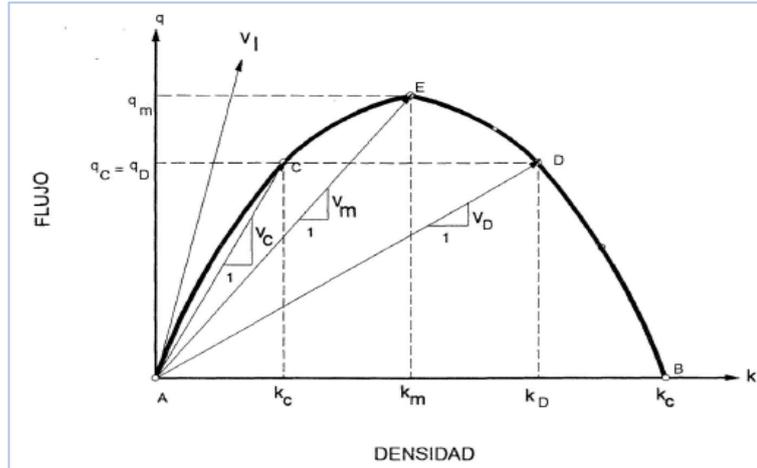
Por lo tanto, se deduce la siguiente ecuación:

$$qmáx = \frac{vl (kc)}{4}$$

Igualmente, como se ha obtenido la relación entre la velocidad y densidad, se puede también hallar la relación que existe entre flujo y densidad con la siguiente ecuación:

$$q = vl \times k - \left(\frac{vl}{kc}\right)k^2$$

Es decir, tiene un comportamiento parabólico como se representa en la siguiente imagen:



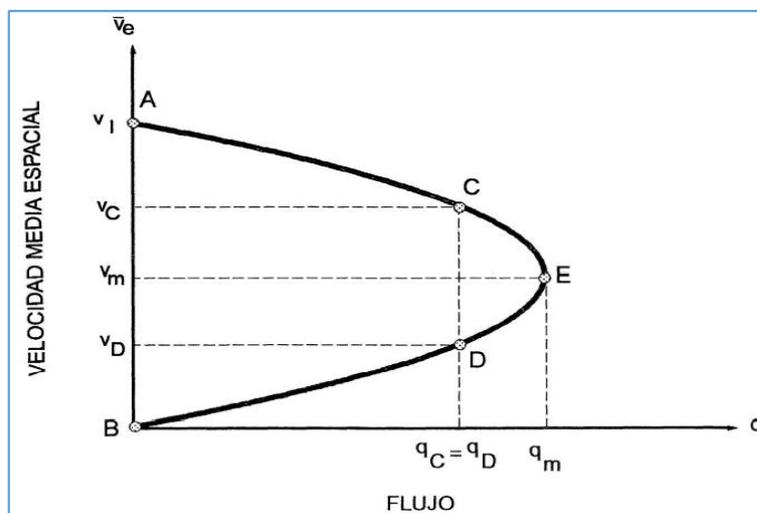
**Figura 9.** Relación parabólica entre el flujo y la densidad según B.D. Greenshields.  
**Fuente:** Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994).

Se puede notar el valor de la velocidad como la pendiente de la recta que une el punto de origen con el punto en la curva (secante).

Finalmente, se puede obtener una relación entre la velocidad y el flujo mediante la siguiente ecuación:

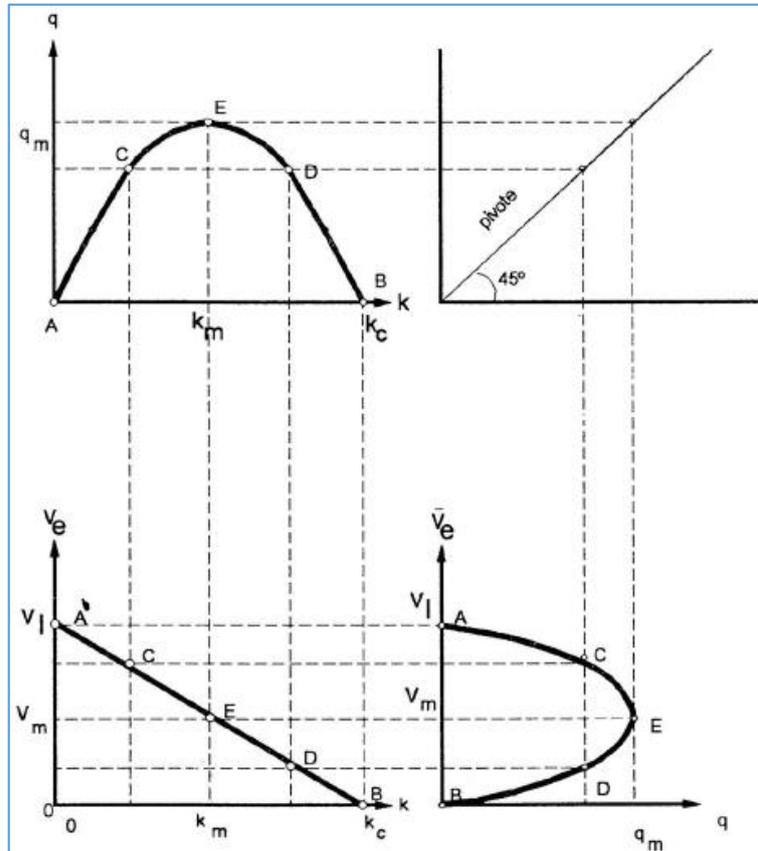
$$\bar{v}e = \frac{vl}{2} \pm \frac{\sqrt{vl^2 - 4\left(\frac{vl}{kc}\right)q}}{2}$$

Obteniéndose un comportamiento parabólico:



**Figura 10.** Relación parabólica entre la velocidad y el flujo según B.D.  
**Fuente:** Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994).

Así podemos concluir a la relación que existe entre las variables de la ecuación fundamental del flujo vehicular, la cual nos permitirá evaluar el comportamiento en función de la velocidad, el flujo y la densidad. A continuación, se muestra la relación pictórica entre cada una de las gráficas obtenidas.



**Figura 11.** Relaciones del modelo lineal del comportamiento vehicular según B.D.  
**Fuente:** Información tomada del libro Ingeniería de tránsito (Cal et al., 1994).

## 2.7 CAPACIDAD VIAL

Para poder determinar la buena capacidad vial de una determinada vía, tenemos que comparar si puede ofrecer más de lo que el flujo vehicular demanda, es decir, una evaluación en términos cuantitativos y, además, una evaluación cualitativa que ofrezca una calidad hacia el usuario traducida en ausencia de congestiones o una circulación forzada (Chávez, 2005).

La capacidad vial podrá hallarse para una vía, carretera o arteria discerniendo dos tipos de circulación, una discontinua, que trata todas aquellas vías donde no figuran elementos que detienen o retrasan parcialmente el flujo normal, tales como presencia de semáforos, pases, entre otros. Y las circulaciones continuas, aquellas que carecen todos estos elementos y permite mantener un flujo estable. Además, también deberá tomarse en cuenta que el valor de la capacidad de una vía estará muy condicionado por otros factores prevaletientes como las características propias físicas de la vía,

la distribución de tipologías de vehículos frecuentes, y la presencia de dispositivos de control (MTC, 2008).

### 2.7.1 Nivel de Servicio

La capacidad vial definida anteriormente, nos permitirá luego comparar con determinados “niveles” para poder determinar si una carretera ofrece una buena calidad en su servicio o no. Estos niveles denominados “Niveles de servicio”, fueron propuestos por diversos autores basados en diferentes parámetros, la presente tesis hará hincapié por los criterios de la TRB (Transport Research Board) en su Manual de Capacidad de Carreteras (Cárdenas, 2013).

Estos niveles de servicio (A hasta la F) serán resumidos a continuación:

**Tabla 2.**

*Niveles de servicio*

<b>Niveles de servicio</b>						
		Buena Calidad		Calidad Media		Pésima Calidad
<b>Nivel de servicio</b>	A	B	C	D	E	F
<b>Circulación</b>	Flujo libre	Flujo estable	Flujo estable	Flujo estable con una densidad alta	Limite a flujo forzado	Flujo forzado
<b>Sensación</b>	Sensación de ausencia de vehículos vecinos	Se empieza a notar presencia de otros vehículos	Ya existe interacción con vehículos vecinos	Ligeros incrementos en el flujo ya generan problemas	Ligeros incrementos en el flujo producen colapsos	Cantidad de vehículos exceden los máximos permitidos
<b>Velocidad</b>	Amplio rango de velocidad para el conductor	Amplio rango de velocidad para el conductor	Velocidad máxima afectada por los otros conductores	Velocidad muy restringida por la presencia de vehículos vecinos	Velocidades globales de todos los vehículos muy bajas	Velocidad cero por presencia de colas
<b>Libertad de maniobra</b>	Muy alta	Alta	Restringida	Restringida	Baja	Muy baja
<b>Comodidad</b>	Excelente	Muy buena	Regular	Baja	Baja	Muy baja

*Fuente:* Manual de Capacidad de Carreteras (Cárdenas, 2013)



**NIVEL DE SERVICIO A**



**NIVEL DE SERVICIO B**



**NIVEL DE SERVICIO C**



**NIVEL DE SERVICIO D**



**NIVEL DE SERVICIO E**



**NIVEL DE SERVICIO F**

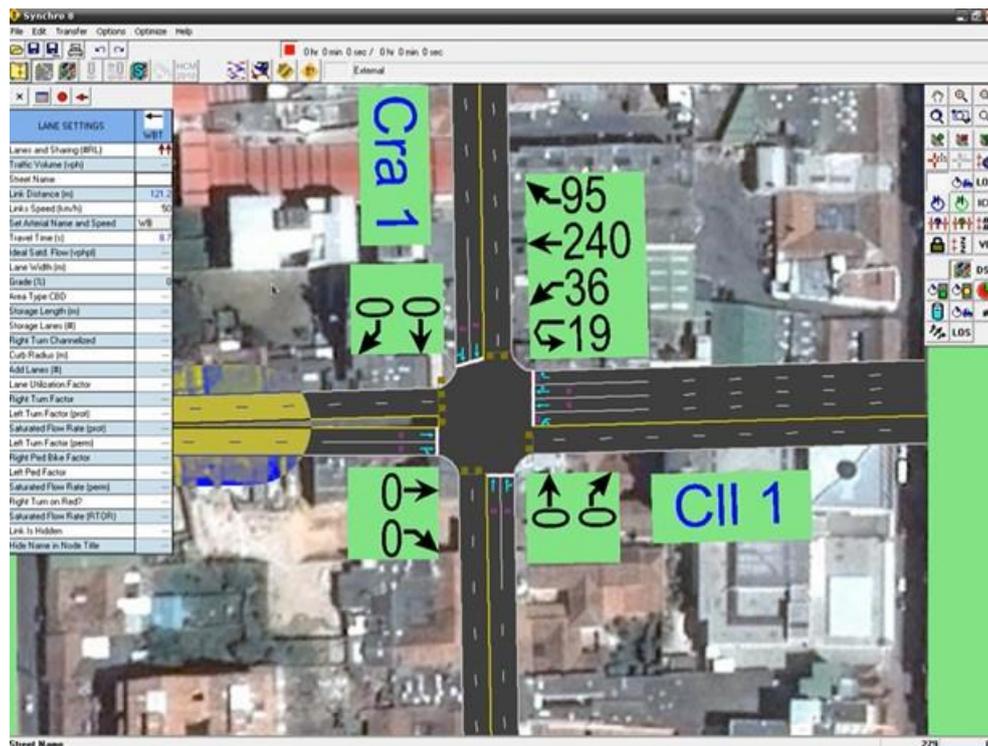
*Figura 12.* Niveles de servicio.

*Fuente:* Imágenes tomadas del libro Manual de diseño geométrico de vías urbanas (Chávez, 2005).

## 2.8 SYNCHRO 8

Al igual que muchas ramas de la Ingeniería Civil, y en la totalidad de las ciencias aplicativas, se han desarrollado a lo largo de los años programas o softwares computacionales que nos permiten automatizar muchos procesos de cálculo y facilitan enormemente el tratamiento de los datos (Vera, 2012).

Por ese motivo, y para conseguir validar la información adquirida y encontrar la solución más óptima, se usará una de las herramientas más usadas y confiables hoy en día: Synchro 8 (Trafficware, 2011).



**Figura 13.** Interfaz del programa Synchro 8.

**Fuente:** Tutorial Synchro 8 (Trafficware, 2011)

Este software está desarrollado para estudiar diversos aspectos del flujo vehicular de una vía y su interacción con dispositivos de control como semáforos, pasos a desnivel, entre otros; junto a una amplia selección de parámetros que ayudan a definir adecuadamente las características geométricas y vehiculares de una vía o intersección en estudio. Dentro de su variada utilidad que se le puede hallar, nos permite hallar las longitudes de ciclo óptimos y los repartos de tiempo en color verde de semáforos por fase. Debido a su algoritmo interno que le permite evaluar, de forma muy rápida, múltiples ensayos para encontrar la alternativa más óptima. Su uso puede ser extendido hasta un análisis integral demasiado completo como el estudio de la interacción conjunta de hasta 300 intersecciones (Trafficware, 2011).

Además, que nos permite obtener la capacidad y los niveles de servicio de las diferentes vías que se le solicite como objeto de estudio de forma rápida y con una alta confiabilidad.

## 2.9 METODOLOGÍA

Se realiza un estudio de tráfico, considerando el aforo vehicular en las calles o accesos que coinciden en el óvalo Ramón Castilla, siguiendo las recomendaciones que se consideren sus movimientos direccionales, es decir, su calle o vía de partida y su vía de llegada. El aforo vehicular se realizará de forma manual considerando un registro escrito por cada vehículo aforado, considerando su punto de origen como su punto de destino (MTC, 2008).

Se sabe que los vehículos que pasan por estas vías son diversos, desde vehículos menores como bicicletas, motocicleta, entre otros; hasta vehículos livianos y pesados (camión), por tal motivo, para permitir trabajar con un solo valor de vehículo se usará la tipología vehículo patrón recomendada por la MTC, con el objetivo de uniformizar la variable de aforo y calcular flujos vehiculares (MTC, 2008).

**Tabla 3.**

*Vehículo patrón o factor de conversión*

VEHÍCULO PATRÓN	
	FACTOR
Vehículos menores	0.3
Vehículos livianos	1
Combi	1.5
Microbús	2
Camión pequeño	2
Bus	2.5
Camión	2.5
Tráiler	3

*Fuente:* Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC, 2008)

Se tomará como referencia las normas del MTC Diseño Geométrico 2018, así como la norma Highway Capacity Manual de la Transportation Research Board of the National Academies of Science in the United States (o simplemente TRB), las cuales nos ayudarán a definir una metodología para la realización de la presente tesis.

Dentro de los primeros datos a definir o datos de entrada, son las condiciones geométricas (pendiente, ancho de vía, conexiones), las condiciones de tránsito (matriz origen destino, tipología

vehicular, interacciones), las condiciones semafóricas (y otros dispositivos de control). Seguidamente estas variables nos permitirán definir parámetros como el flujo vehicular, velocidad de flujo de demanda, relaciones densidad-flujo, densidad-volumen, determinación de la tasa de flujo, factores de ajuste para la velocidad de flujo de saturación, entre otros. Estos parámetros nos permitirán, en su conjunto, obtener los valores de capacidad vehicular, así como una relación o ratio de volumen-capacidad, el cual es un índice que nos permite cuantificar si una vía satisface una determinada demanda de volumen vehicular.

Finalmente, gracias a esta información, se podrán tomar decisiones con un sustento técnico para adoptar medidas de efectividad o dispositivos de control que nos permitirán resolver una determinada problemática y mejorar el nivel de servicio global del grupo de estudio.

### **2.9.1 Tipo de Investigación**

La investigación es de tipo exploratoria en la cual, estudiaremos un problema que se causa por el tráfico en el óvalo Ramón Castilla, de por qué se alcanza niveles de servicios muy altos, el cual se podrá tener resultados reales de esta problemática (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p. 106).

### **2.9.2 Población**

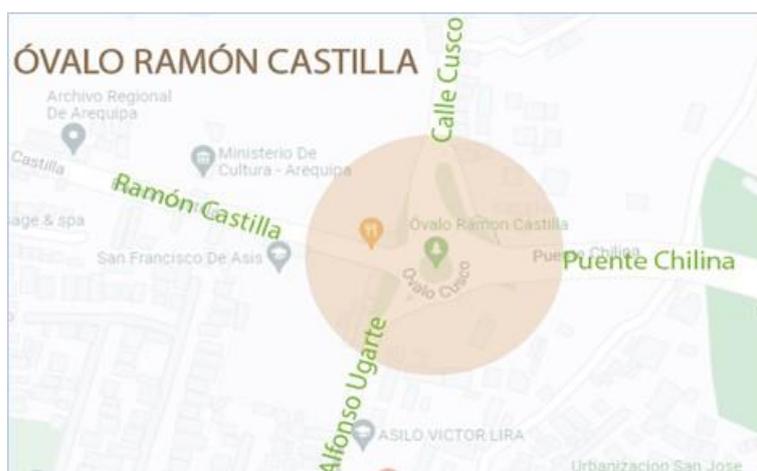
Se establece como población base los vehículos que circulan por el óvalo de Ramón Castilla en horas punta en los 5 días de la semana en el horario de 7am. a 9 am. y en el horario de la noche de 6 pm. a 8pm.

## CAPÍTULO III

### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La presente tesis involucra un estudio integral, que relaciona las vías principales que interceptan en el Óvalo Ramón Castilla, así como la evaluación de sus calles anexas, para poder conocer mejor el comportamiento vial de esta zona de estudio. Además, nos permitirá tomar mejores decisiones para escoger la alternativa de solución más óptima que no solo relacione el óvalo, sino todas las calles secundarias que están relacionadas a ella (Enrique, 2018).

El Óvalo Ramón Castilla tiene como 4 principales vías o afluentes a las calles Cusco por el norte, Alfonso Ugarte por el sur, Ramón Castilla por el oeste y el Puente Chilina por el este, tal como se aprecia en la imagen siguiente:



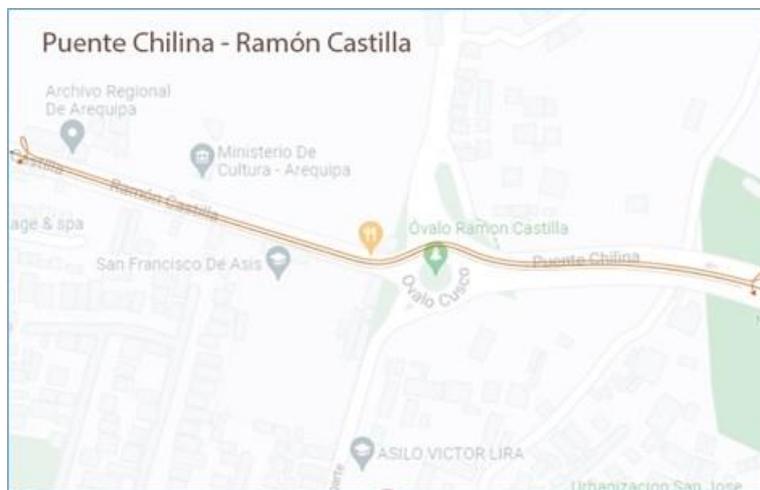
**Figura 14.** Óvalo Ramón Castilla, ubicación y vías que la conforman.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022).

Cada una de estas vías puede servir como punto de origen para las otras vías, lo que constituye un total de 9 rutas.

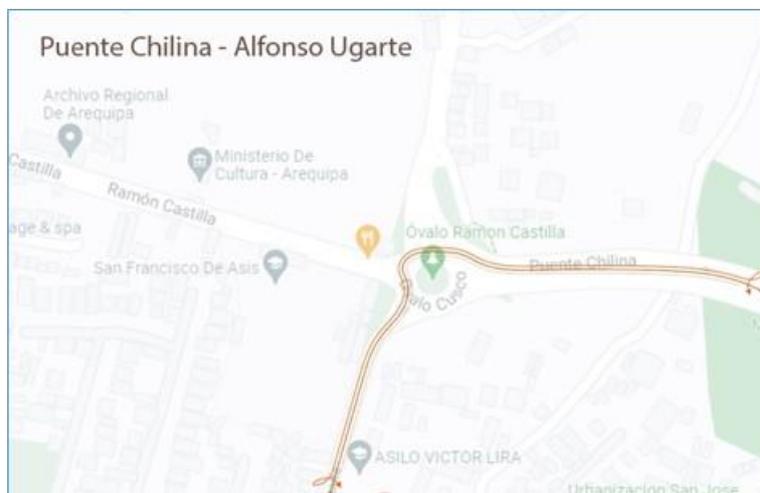
A continuación, se muestra gráficamente el recorrido de un vehículo que tiene como punto de origen la vía del Puente Chilina con cada uno de sus destinos posibles.



**Figura 15.** Ruta Puente Chilina hacia Calle Cuzco.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

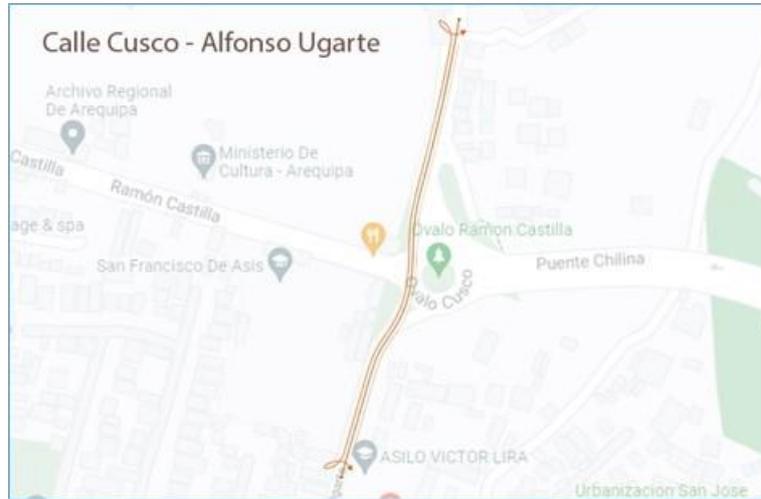


**Figura 16.** Ruta Puente Chilina hacia Calle Ramón Castilla.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

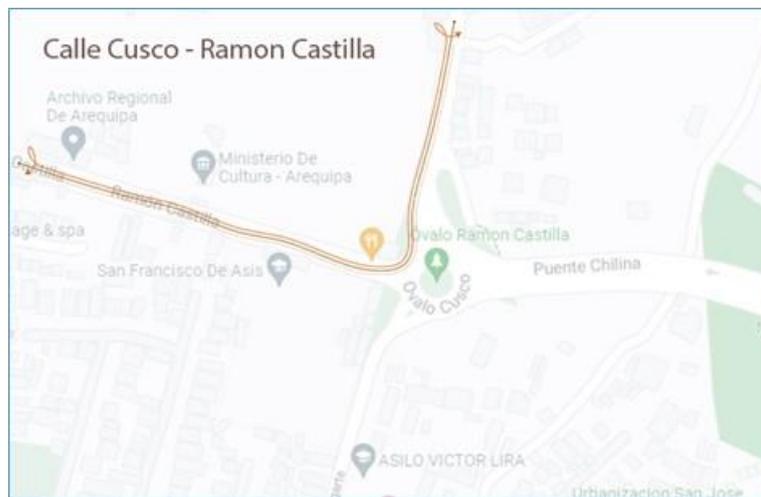


**Figura 17.** Ruta Puente Chilina hacia Alfonso Ugarte.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

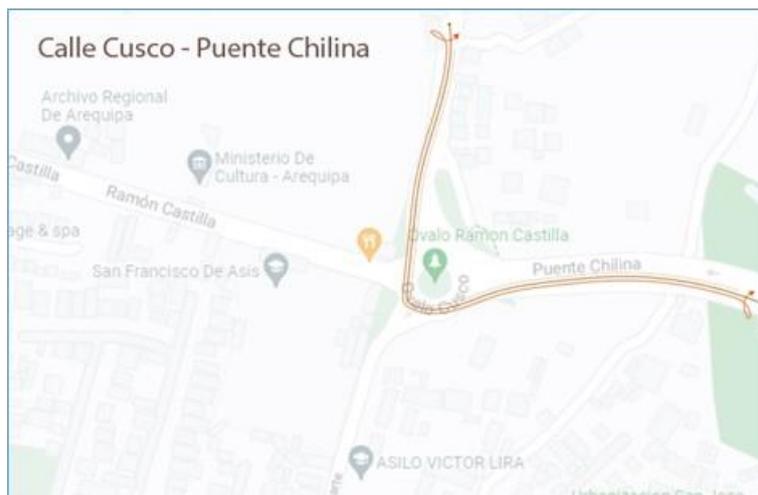
A continuación, se muestra gráficamente el recorrido de un vehículo que tiene como punto de origen la calle Cuzco con cada uno de sus destinos posibles.



**Figura 18.** Ruta calle Cuzco hacia Alfonso Ugarte.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 19.** Ruta calle Cuzco hacia Ramón Castilla.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

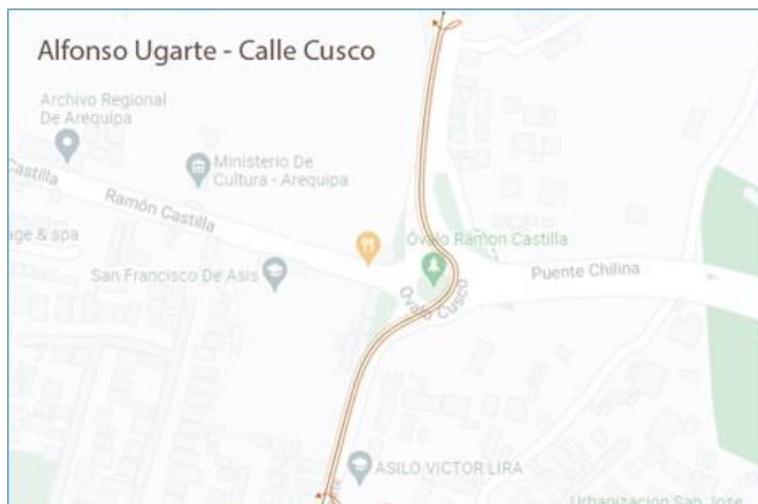


**Figura 20.** Ruta calle Cuzco hacia Puente Chilina.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

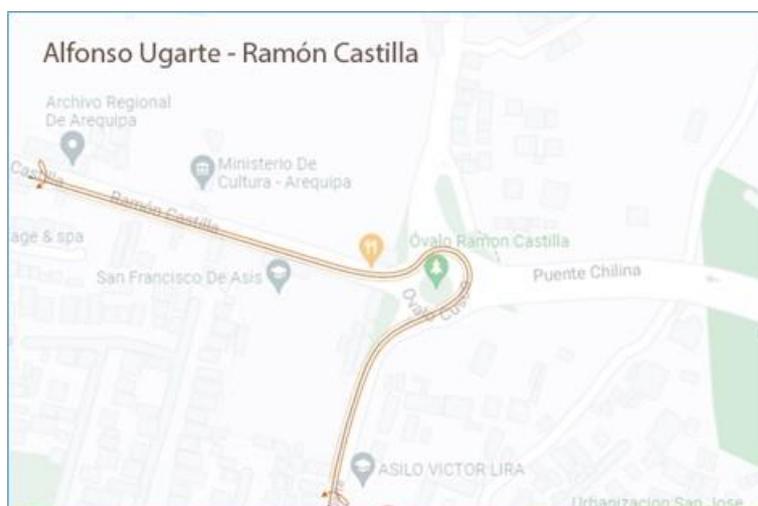
A continuación, se muestra gráficamente el recorrido de un vehículo que tiene como punto de origen la calle Alfonso Ugarte con cada uno de sus destinos posibles.



**Figura 21.** Ruta calle Alfonso Ugarte hacia Puente Chilina.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



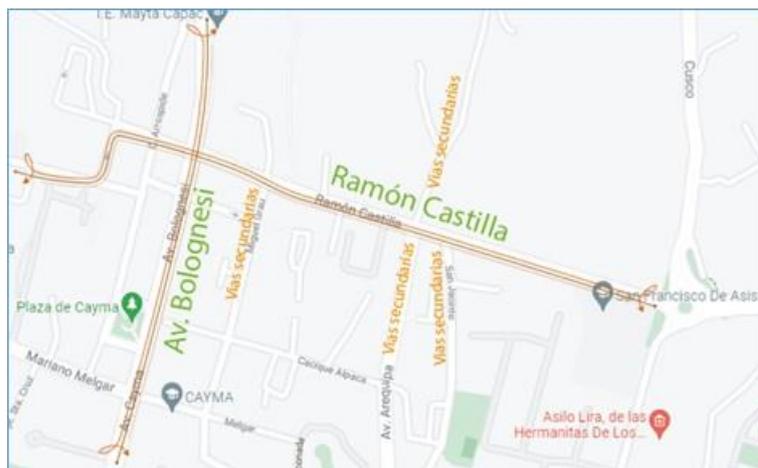
**Figura 22.** Ruta calle Alfonso Ugarte hacia calle Cuzco.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 23.** Ruta calle Alfonso Ugarte hacia Ramón Castilla.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Así mismo, analizando estas vías, podemos determinar una visión macro del comportamiento vial que influiría en el Óvalo Ramón Castilla.

La calle Ramón Castilla tiene una serie de calles secundarias de bajos volúmenes de tránsito, los cuales no representan mayor influencia en el comportamiento del óvalo. Sin embargo, la intersección con la avenida Bolognesi sí representa un punto de estudio que influye en el comportamiento del óvalo, dado que hay horarios donde se presentan atascamientos debido a la falta de señalización adecuada que permita un mejor flujo y por lo tanto un buen desempeño de esta vía de recorrido.



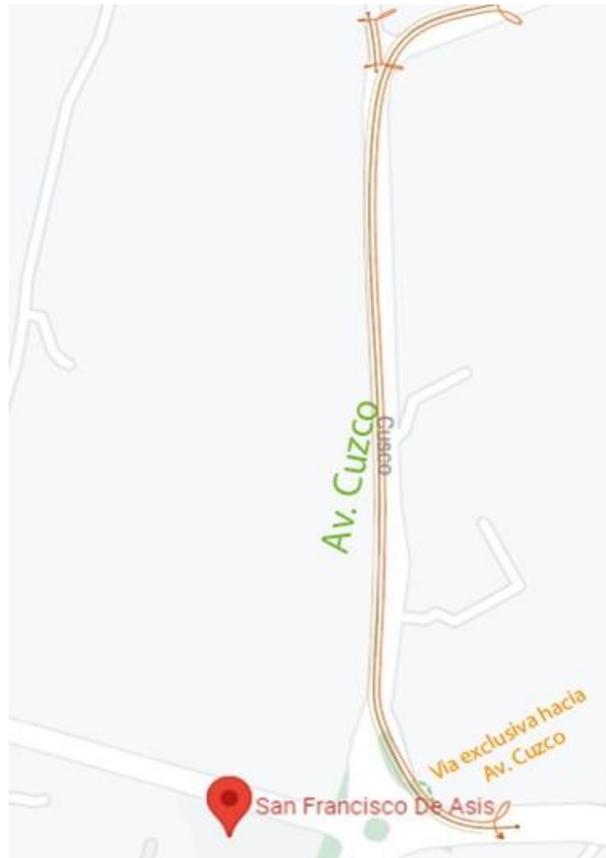
**Figura 24.** Intersección Ramón Castilla con la avenida Bolognesi.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Además, la presencia del colegio San Francisco de Asís, en época escolar (período presencial antes de la pandemia), incrementaba aún más la cantidad de vehículos que circulaban por esta vía y generaban problemas de tránsito vehicular.



**Figura 25.** Colegio San Francisco de Asís en la calle Ramón Castilla.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

En cuanto a la calle Cuzco se ha determinado que no representa mayores complicaciones en las horas punta, debido a que el óvalo ha destinado una vía exclusiva para su circulación. Además, que carece de intersecciones en largos tramos que podrían generar algún tipo de congestión.



**Figura 26.** Avenida Cuzco y su trazo.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

La calle Alfonso Ugarte tiene una intersección con la calle León Velarde que pudiese generar alguna influencia en el óvalo Ramón Castilla, sin embargo, la disposición actual de semáforos y otras señalizaciones permiten que esta vía se tenga un alto nivel de servicio y no represente afectación alguna.



**Figura 27.** Intersección de la calle Alfonso Ugarte y la calle León Velarde.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

### 3.2 FLUJO VEHICULAR

Se ha medido en campo el ancho de los carriles de las avenidas que interceptan en el óvalo y se han obtenido los siguientes resultados, en el Puente Chilina se tiene un ancho de carril de 3.6 m., siendo este con dos vías para ambos sentidos.



**Figura 28.** Puente Chilina y sus carriles.

En cuanto a la Av. Cuzco, se tiene un ancho de carril medido de 3.3 m. y la vía exclusiva de 3.3 m. La calle Alfonso Ugarte tiene un ancho de carril de 3.15 m. y finalmente la Av. Ramón Castilla con un ancho de 3.3m.

Se ha realizado el aforo vehicular de forma manual de las vías que contienen el óvalo Ramón Castilla para 5 días en los intervalos de tiempo de 7:00 am. a 9:00 am., que representa la hora punta de la mañana, que coincide con el incremento del tráfico por la movilización de las personas y estudiantes a sus lugares de trabajo. Igualmente se consideraron los intervalos de tiempo de 12:00 pm. a 2:00 pm. y 6:00 pm. a 8:00 pm. que son las horas que corresponden a la hora del almuerzo y regreso a sus casas de la población. Estos períodos de tiempo son los intervalos con la mayor cantidad de vehículos, lo que representa el caso de estudio por la alta probabilidad de generarse colas, atascamientos u otros problemas de viabilidad por el incremento de flujo vehicular.

Los datos del aforo se han seguido acorde a las recomendaciones de la MTC, siendo adjuntado el formato usado en los Anexos.

A continuación, se resumen el número de vehículos totales para intervalos de 15 min., entre las 7:00 am. a 9:00 am. para cada una de las vías principales que conforman el óvalo Ramón Castilla.

DIA 1 PUENTE CHILINA			DIA 2 PUENTE CHILINA			DIA 3 PUENTE CHILINA			DIA 4 PUENTE CHILINA			DIA 5 PUENTE CHILINA		
INTERVALO	VEHICULOS													
07:00	07:15	139	07:00	07:15	137	07:00	07:15	154	07:00	07:15	146	07:00	07:15	136
07:15	07:30	131	07:15	07:30	137	07:15	07:30	165	07:15	07:30	139	07:15	07:30	115
07:30	07:45	171	07:30	07:45	159	07:30	07:45	176	07:30	07:45	184	07:30	07:45	175
07:45	08:00	185	07:45	08:00	201	07:45	08:00	208	07:45	08:00	199	07:45	08:00	197
08:00	08:15	205	08:00	08:15	212	08:00	08:15	224	08:00	08:15	201	08:00	08:15	203
08:15	08:30	123	08:15	08:30	156	08:15	08:30	148	08:15	08:30	134	08:15	08:30	130
08:30	08:45	149	08:30	08:45	174	08:30	08:45	150	08:30	08:45	162	08:30	08:45	162
08:45	09:00	130	08:45	09:00	135	08:45	09:00	113	08:45	09:00	126	08:45	09:00	129

DIA 1 AV. CUZCO			DIA 2 AV. CUZCO			DIA 3 AV. CUZCO			DIA 4 AV. CUZCO			DIA 5 AV. CUZCO		
INTERVALO	VEHICULOS													
07:00	07:15	145	07:00	07:15	121	07:00	07:15	134	07:00	07:15	97	07:00	07:15	120
07:15	07:30	130	07:15	07:30	113	07:15	07:30	117	07:15	07:30	109	07:15	07:30	113
07:30	07:45	143	07:30	07:45	118	07:30	07:45	144	07:30	07:45	121	07:30	07:45	104
07:45	08:00	165	07:45	08:00	155	07:45	08:00	151	07:45	08:00	153	07:45	08:00	167
08:00	08:15	174	08:00	08:15	130	08:00	08:15	152	08:00	08:15	155	08:00	08:15	163
08:15	08:30	184	08:15	08:30	153	08:15	08:30	155	08:15	08:30	151	08:15	08:30	160
08:30	08:45	200	08:30	08:45	154	08:30	08:45	183	08:30	08:45	152	08:30	08:45	158
08:45	09:00	195	08:45	09:00	165	08:45	09:00	159	08:45	09:00	158	08:45	09:00	157

DIA 1 RAMÓN CASTILLA			DIA 2 RAMÓN CASTILLA			DIA 3 RAMÓN CASTILLA			DIA 4 RAMÓN CASTILLA			DIA 5 RAMÓN CASTILLA		
INTERVALO	VEHICULOS													
07:00	07:15	34	07:00	07:15	32	07:00	07:15	18	07:00	07:15	25	07:00	07:15	38
07:15	07:30	127	07:15	07:30	110	07:15	07:30	103	07:15	07:30	108	07:15	07:30	123
07:30	07:45	126	07:30	07:45	130	07:30	07:45	117	07:30	07:45	108	07:30	07:45	102
07:45	08:00	157	07:45	08:00	115	07:45	08:00	123	07:45	08:00	140	07:45	08:00	126
08:00	08:15	132	08:00	08:15	124	08:00	08:15	130	08:00	08:15	132	08:00	08:15	129
08:15	08:30	154	08:15	08:30	121	08:15	08:30	136	08:15	08:30	127	08:15	08:30	132
08:30	08:45	139	08:30	08:45	126	08:30	08:45	124	08:30	08:45	125	08:30	08:45	150
08:45	09:00	147	08:45	09:00	121	08:45	09:00	140	08:45	09:00	148	08:45	09:00	130

DIA 1 ALFONSO UGARTE			DIA 2 ALFONSO UGARTE			DIA 3 ALFONSO UGARTE			DIA 4 ALFONSO UGARTE			DIA 5 ALFONSO UGARTE		
INTERVALO	VEHICULOS													
07:00	07:15	45	07:00	07:15	62	07:00	07:15	47	07:00	07:15	54	07:00	07:15	38
07:15	07:30	93	07:15	07:30	95	07:15	07:30	92	07:15	07:30	68	07:15	07:30	90
07:30	07:45	109	07:30	07:45	106	07:30	07:45	101	07:30	07:45	87	07:30	07:45	104
07:45	08:00	144	07:45	08:00	138	07:45	08:00	130	07:45	08:00	157	07:45	08:00	144
08:00	08:15	209	08:00	08:15	200	08:00	08:15	191	08:00	08:15	203	08:00	08:15	199
08:15	08:30	174	08:15	08:30	188	08:15	08:30	195	08:15	08:30	171	08:15	08:30	158
08:30	08:45	193	08:30	08:45	165	08:30	08:45	179	08:30	08:45	198	08:30	08:45	157
08:45	09:00	163	08:45	09:00	144	08:45	09:00	139	08:45	09:00	157	08:45	09:00	159

Figura 29. Número de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am.

De igual modo se obtienen los aforos para los demás periodos de tiempo, de 12:00 pm. a 2:00 pm. y de 6:00 pm. a 8:00 pm.

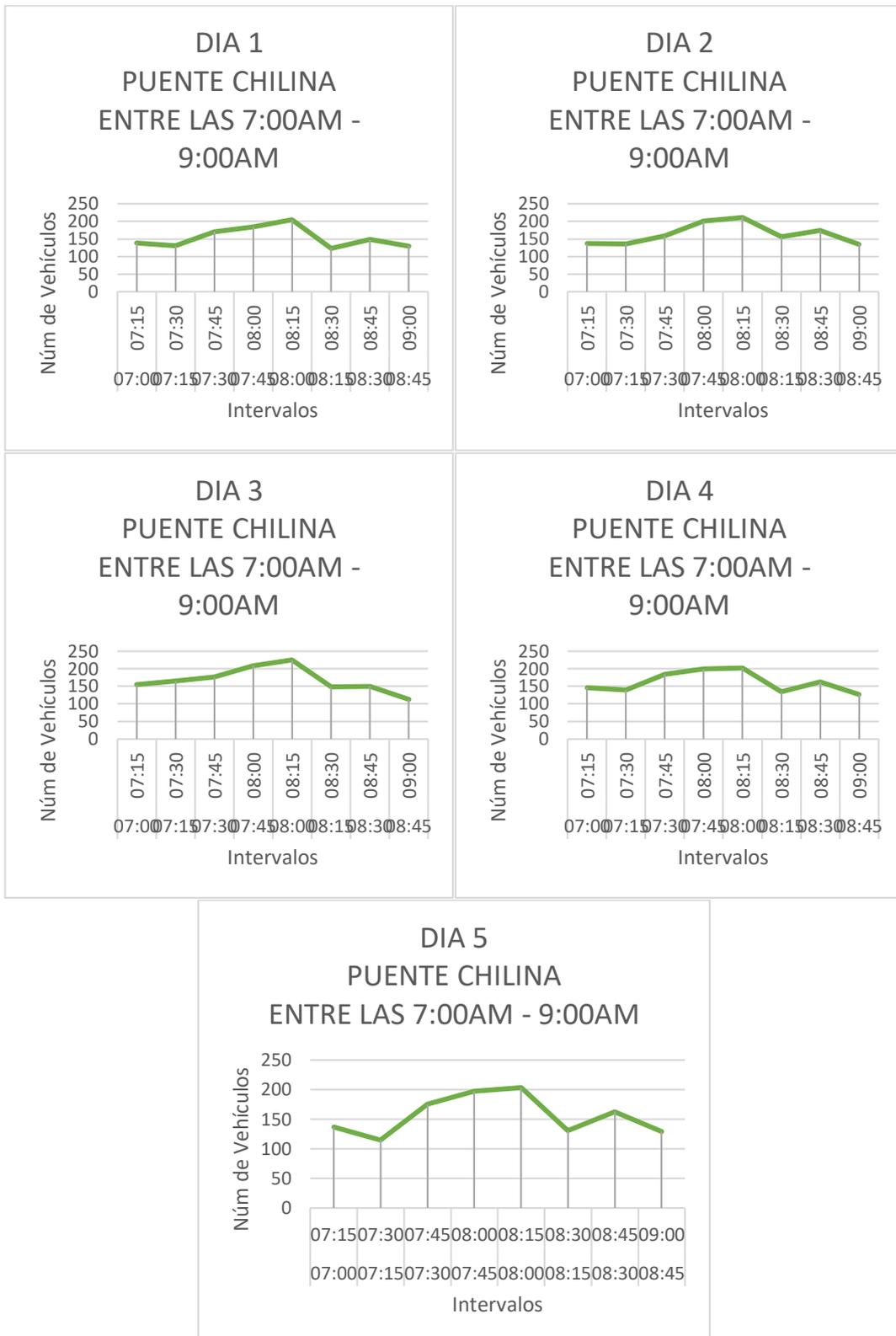
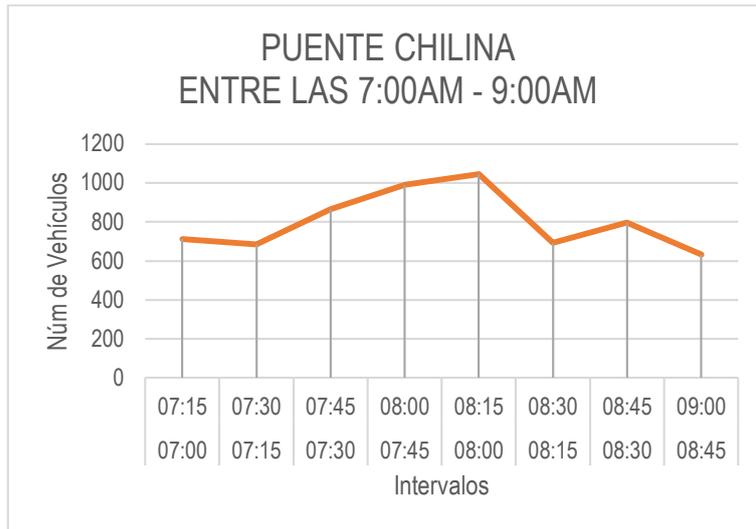
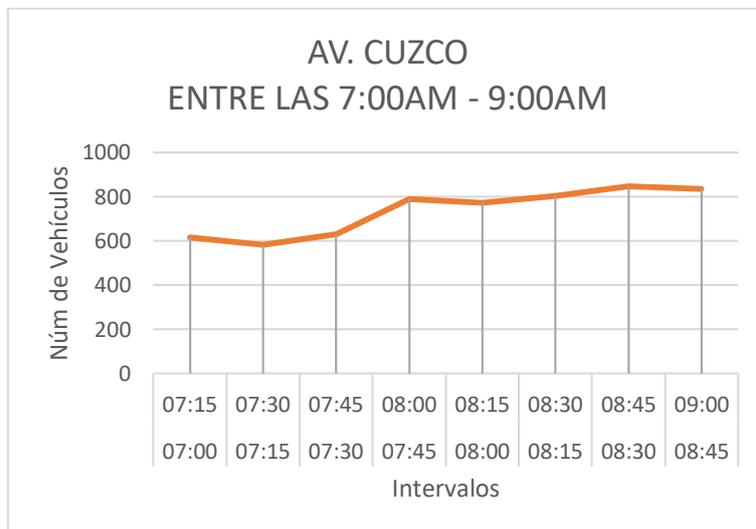


Figura 30. Vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am.

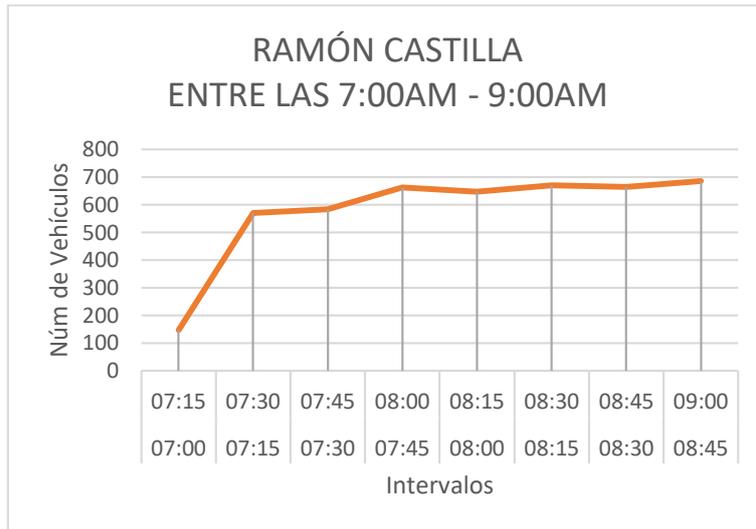


**Figura 31.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. en el Puente Chilina.

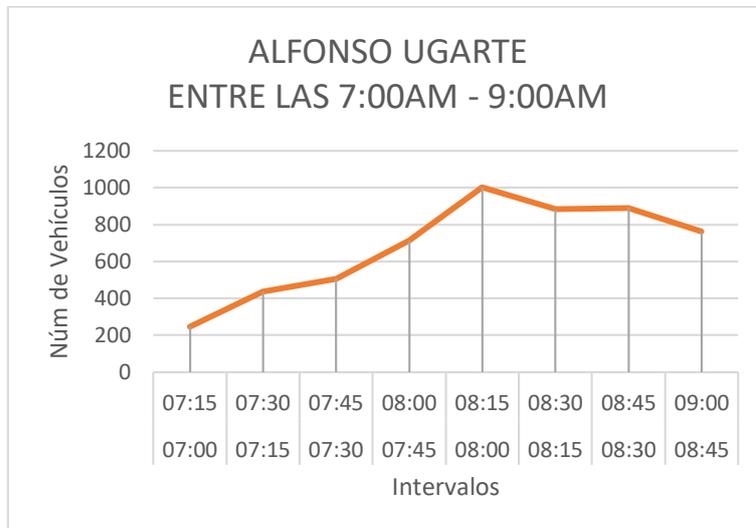
De igual forma se obtiene para las otras vías en el mismo periodo de tiempo de 7:00 am. a 9:00 am.



**Figura 32.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am. a 9:00 am. en la Av. Cuzco.

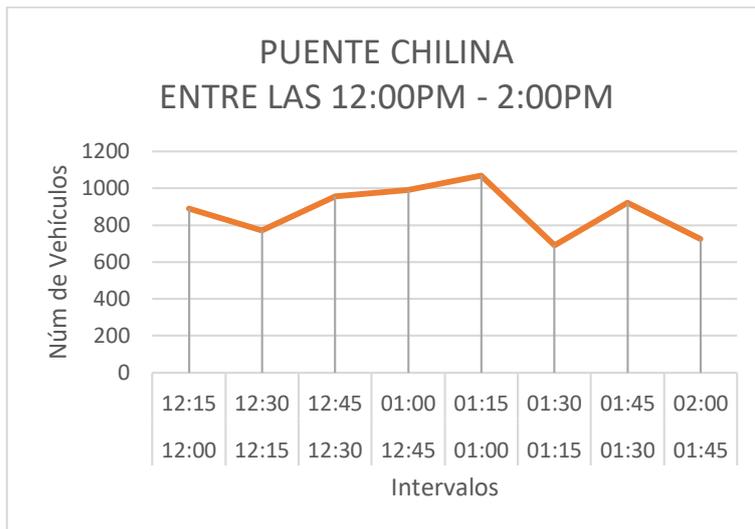


**Figura 33.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am a 9:00 am en la Av. Ramón Castilla.

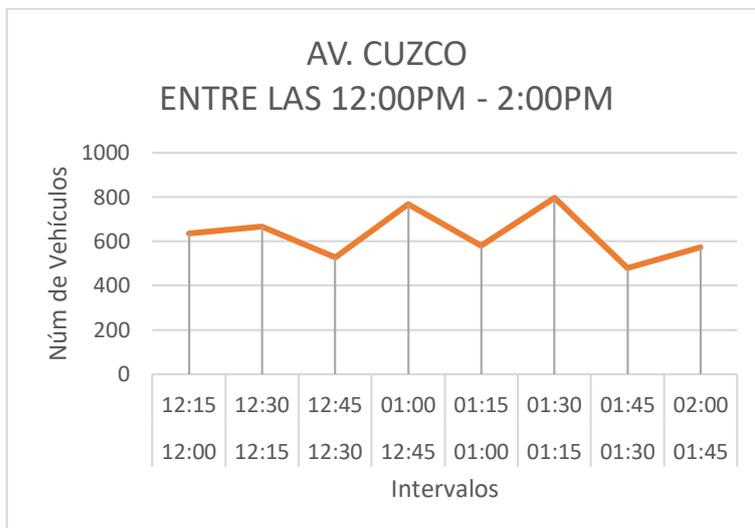


**Figura 34.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 7:00 am a 9:00 am en Alfonso Ugarte.

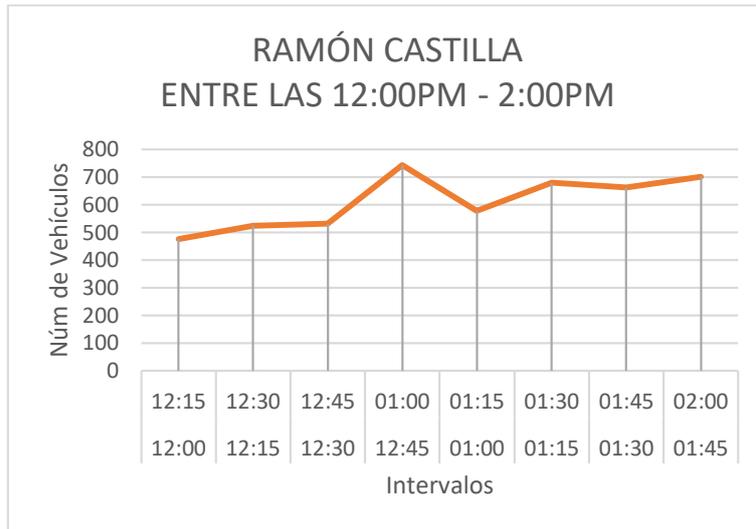
Se obtienen así para el periodo de tiempo de 12:00 pm. a 2:00 pm.



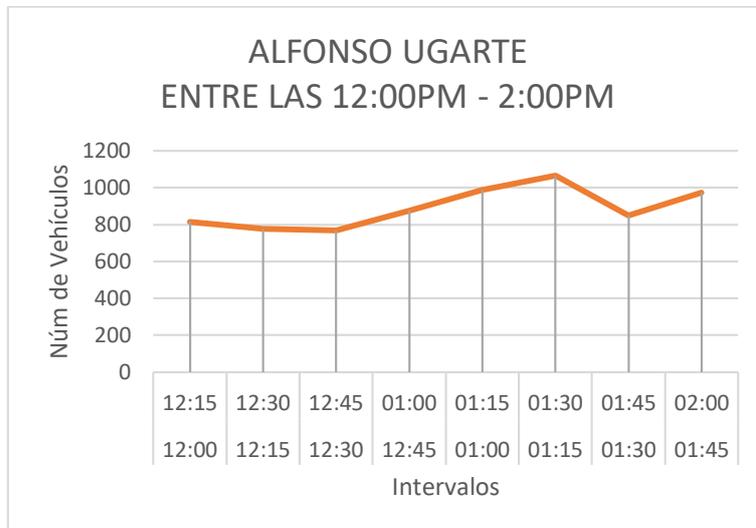
**Figura 35.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en el Puente Chilina.



**Figura 36.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en la Av. Cuzco.

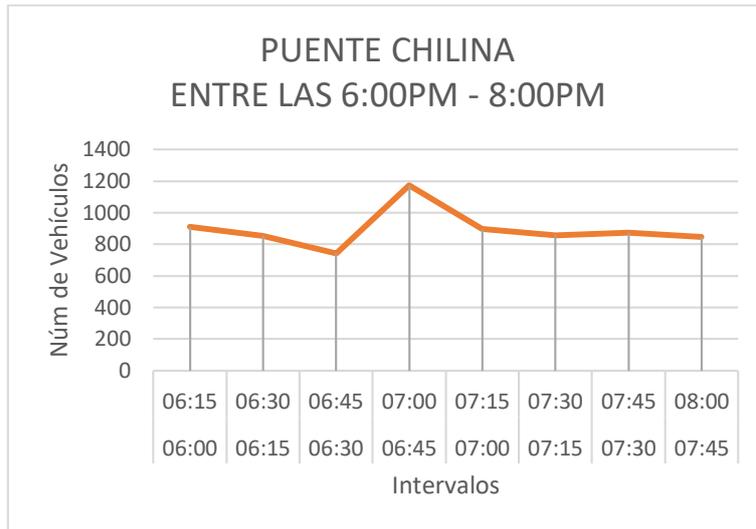


**Figura 37.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en la Av. Ramón Castilla.

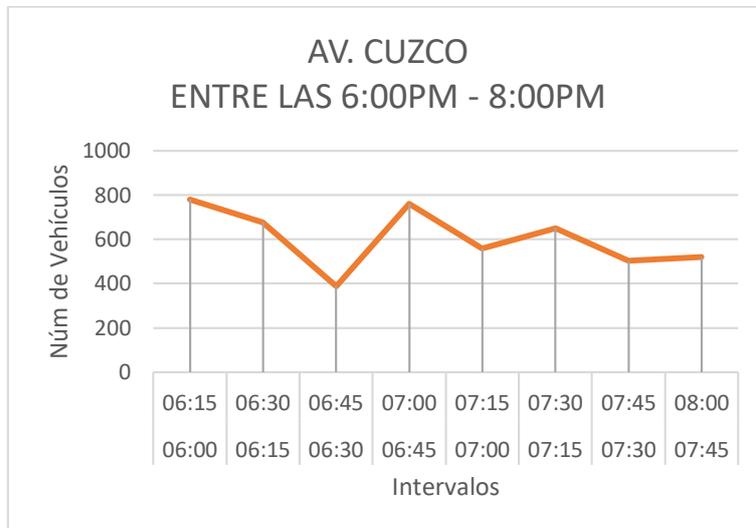


**Figura 38.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 12:00 pm. a 2:00 pm. en Alfonso Ugarte.

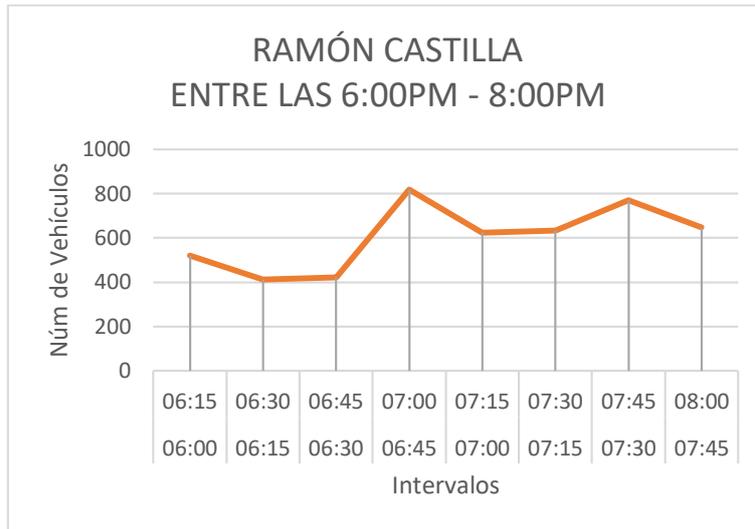
Finalmente, se obtienen para el periodo de tiempo de 6:00 pm. a 8:00 pm.



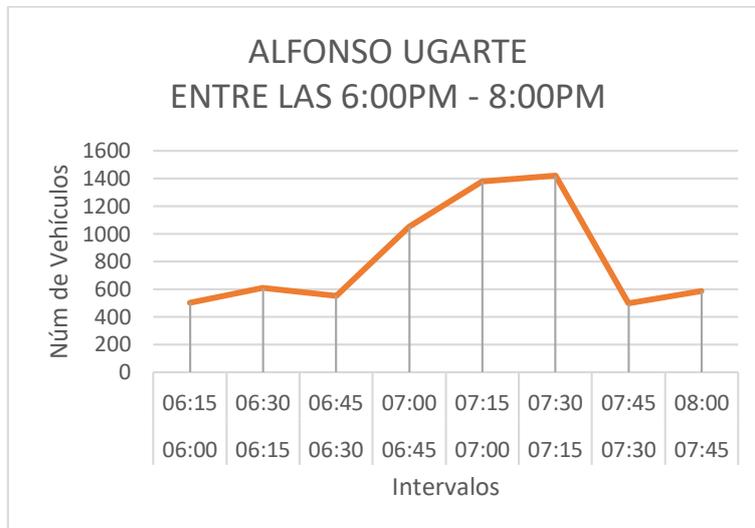
**Figura 39.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en el Puente Chilina.



**Figura 40.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en la Av. Cuzco.

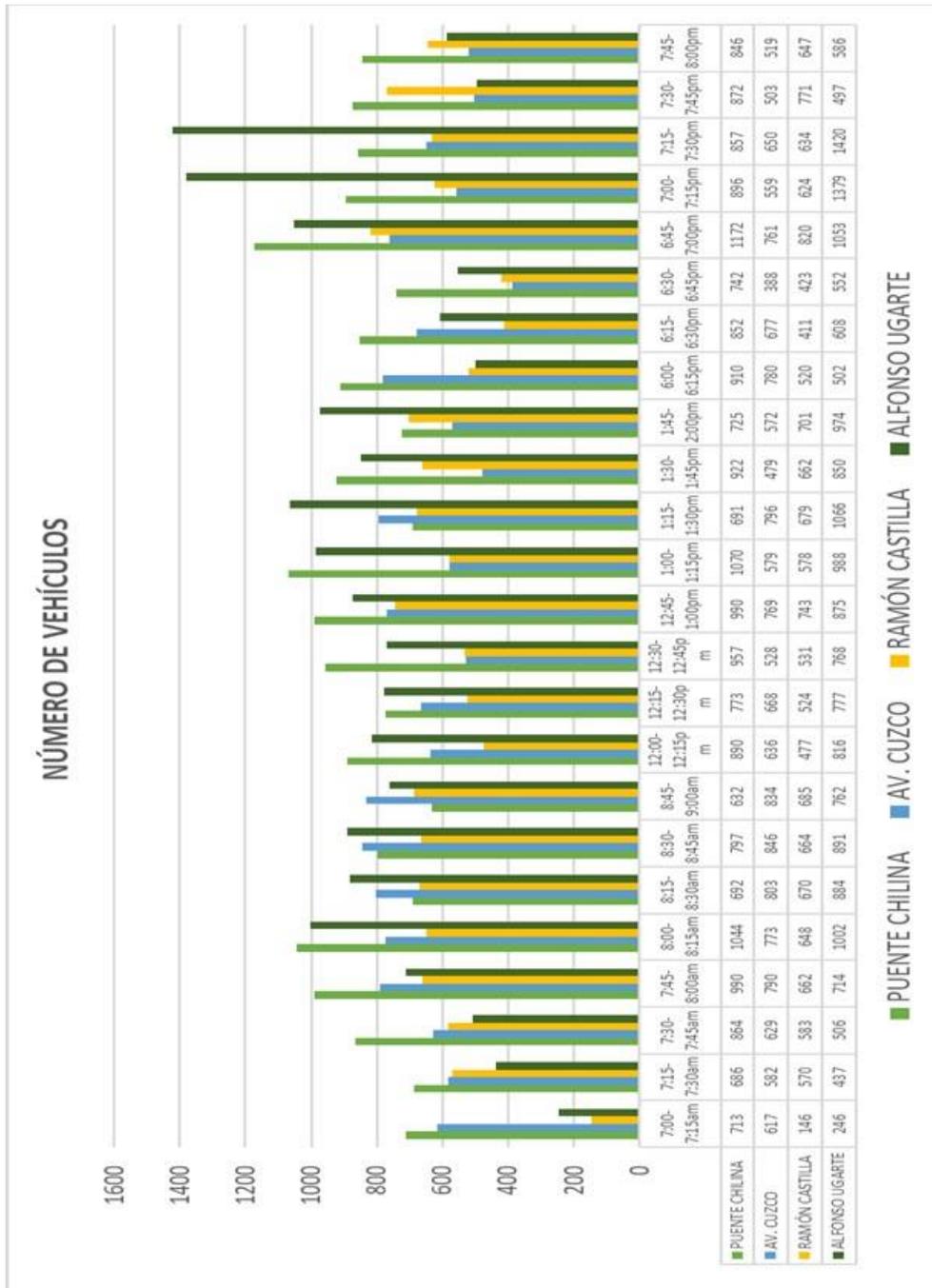


**Figura 41.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en la Av. Ramón Castilla.



**Figura 42.** Resumen de vehículos por intervalos de 15 min. entre las 6:00 pm. a 8:00 pm. en Alfonso Ugarte.

Para la obtención de los flujos vehiculares, se siguieron las ecuaciones presentadas en el Capítulo II. Se presenta el cuadro resumen de la cantidad de vehículos que se aforaron durante los 5 días de toma de datos, los cuales están ubicados en los anexos en la parte final, junto al cálculo del flujo (con sus unidades de vehículos/segundos), al igual que el Intervalo (h), el cual fue definido en la parte teórica como el inverso del valor del flujo, midiéndose en unidades de (segundos/vehículos).



**Figura 43.** Resumen de número de vehículos por intervalos de 15min

El volumen horario Q, y finalmente el Factor Horario de Máxima Demanda que nos relaciona el valor del flujo q con el volumen horario Q.

**Tabla 4.***Tabla 4 VHMD y FHMD*

	VHMD	Q (VEH)	FHMD
PUENTE CHILINA	759	234	0.87
AV CUSCO	651	169	0.96
RAMON CASTILLA	570	164	0.97
ALFONSO UGARTE	881	284	0.91

A continuación, se detallan los valores de velocidad que se tomaron de un grupo poblacional de 25 autos aleatorios en cada intervalo de 15 min.

Por ejemplo, para el punto de origen Puente Chilina, se midió el tiempo de partida y llegada con ayuda de un cronómetro de cada vehículo en función de su punto de llegada. Tomando en cuenta los datos topográficos se pudieron determinar con anticipación la longitud (en m.) desde el Puente Chilina hasta los distintos puntos de llegada que son las Av. Cuzco, Ramón Castilla y Alfonso Ugarte.

Donde:

1	Puente Chilina
2	Av. Cuzco
3	Ramón Castilla
4	Alfonso Ugarte

Para el periodo de tiempo de 7:00 am. - 9:00 am. se tiene:

**Tabla 5.***Aforo de velocidades desde el Puente Chilina de 7:00 am. - 9:00 am.*

<b>Periodo 7:00 am. - 9:00 am.</b>				
<b>ORIGEN</b>	<b>DESTINO</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Velocidad (km/hr)</b>
1	3	122.50	10.78	40.92
1	3	122.50	13.10	33.66
1	3	122.50	12.83	34.36
1	3	122.50	14.53	30.36
1	3	122.50	11.24	39.23
1	2	120.00	7.51	57.55
1	3	122.50	12.82	34.39
1	2	120.00	5.89	73.29
1	4	150.00	11.90	45.37
1	2	120.00	6.88	62.82
1	2	120.00	7.91	54.59
1	3	122.50	17.36	25.41
1	2	120.00	6.48	66.63
1	4	150.00	26.65	20.26
1	3	122.50	8.71	50.64
1	3	122.50	8.44	52.27
1	2	120.00	6.88	62.76
1	2	120.00	6.74	64.08
1	2	120.00	6.54	66.03
1	3	122.50	10.04	43.94
1	4	150.00	25.74	20.98
1	3	122.50	17.01	25.92
1	3	122.50	12.66	34.84
1	2	120.00	5.84	73.94
1	2	120.00	8.02	53.86

**Tabla 6.***Aforo de velocidades desde la Av. Cuzco de 7:00 am. - 9:00 am.*

<b>Periodo 7:00 am. - 9:00 am.</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Velocidad (km/hr)</b>
2	3	115.00	7.44	55.62
2	3	115.00	5.48	75.57
2	1	120.00	10.12	42.67
2	4	144.00	17.60	29.46
2	4	144.00	17.79	29.14
2	4	144.00	16.62	31.19
2	1	120.00	12.12	35.65
2	1	120.00	10.00	43.19
2	1	120.00	8.55	50.50
2	1	120.00	8.94	48.32
2	1	120.00	7.84	55.13
2	4	144.00	12.73	40.71
2	1	120.00	11.96	36.11
2	1	120.00	10.58	40.83
2	4	144.00	13.12	39.52
2	1	120.00	10.78	40.08
2	1	120.00	9.83	43.95
2	1	120.00	13.94	30.98
2	4	144.00	19.16	27.05
2	4	144.00	13.24	39.15
2	1	120.00	12.29	35.16
2	4	144.00	10.52	49.28
2	1	120.00	8.84	48.88
2	1	120.00	11.55	37.39
2	4	144.00	15.99	32.42

**Tabla 7.***Aforo de velocidades desde Ramón Castilla de 7:00 am. - 9:00 am.*

<b>Periodo 7:00 am. - 9:00 am.</b>				
<b>Origen</b>	<b>Destino</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Velocidad (km/hr)</b>
3	4	108.00	7.54	51.53
3	1	122.50	13.05	33.80
3	4	108.00	9.39	41.39
3	1	122.50	9.56	46.14
3	1	122.50	8.61	51.20
3	1	122.50	8.54	51.65
3	1	122.50	9.91	44.48
3	1	122.50	9.57	46.10
3	1	122.50	8.62	51.18
3	1	122.50	9.16	48.13
3	1	122.50	14.15	31.17
3	2	115.00	12.82	32.30
3	1	122.50	9.55	46.16
3	1	122.50	10.00	44.11
3	1	122.50	9.91	44.51
3	1	122.50	14.63	30.13
3	2	115.00	12.00	34.50
3	1	122.50	13.58	32.48
3	1	122.50	10.50	42.01
3	1	122.50	6.97	63.24
3	1	122.50	11.30	39.01
3	1	122.50	15.48	28.49
3	1	122.50	17.11	25.78
3	1	122.50	10.18	43.34
3	4	108.00	12.97	29.98

**Tabla 8.***Aforo de velocidades desde Alfonso Ugarte de 7:00 am. - 9:00 am.*

Periodo 7:00 am. - 9:00 am.				
Origen	Destino	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
4	1	150.00	16.81	32.12
4	2	144.00	15.81	32.79
4	1	150.00	12.98	41.60
4	1	150.00	11.56	46.71
4	2	144.00	17.73	29.24
4	2	144.00	12.95	40.04
4	2	144.00	18.15	28.56
4	1	150.00	9.84	54.88
4	1	150.00	15.92	33.92
4	2	144.00	11.01	47.08
4	2	144.00	21.74	23.84
4	1	150.00	11.68	46.25
4	1	150.00	10.10	53.48
4	1	150.00	11.22	48.12
4	2	144.00	15.75	32.92
4	1	150.00	10.56	51.16
4	3	108.00	17.08	22.76
4	1	150.00	12.42	43.49
4	1	150.00	12.57	42.96
4	3	108.00	12.44	31.24
4	2	144.00	13.42	38.63
4	1	150.00	10.53	51.29
4	1	150.00	13.61	39.68
4	2	144.00	14.70	35.26
4	1	150.00	18.40	29.35

Se obtiene así

**Tabla 9.**

*Resumen de aforo de velocidades desde Puente Chilina de 7:00 am. - 9:00 am.*

7:00 am. - 9:00 am.			Tiempo promedio	Velocidad media temporal	Distancia	Velocidad media espacial
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
1	2	10	6.869	63.56	120.00	62.89
1	3	12	12.46	37.16	122.50	35.39
1	4	3	21.43	28.87	150.00	25.20

**Tabla 10.**

*Resumen de aforo de velocidades desde Av. Cuzco de 7:00 am. - 9:00 am.*

7:00 am. - 9:00 am.			Tiempo promedio	Velocidad media temporal	Distancia	Velocidad media espacial
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
2	1	14	10.52	42.06	120.00	41.05
2	3	2	6.46	65.60	122.50	68.27
2	4	9	15.20	35.32	150.00	35.53

**Tabla 11.**

*Resumen de aforo de velocidades desde Ramón Castilla de 7:00 am. - 9:00 am.*

7:00 am. - 9:00 am.			Tiempo promedio	Velocidad media temporal	Distancia	Velocidad media espacial
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
3	1	20	11.02	42.16	120.00	39.21
3	2	2	12.41	33.40	122.50	35.54
3	4	3	9.97	40.97	150.00	54.18

**Tabla 12.**

*Resumen de aforo de velocidades desde Alfonso Ugarte de 7:00 am. - 9:00 am.*

7:00 am. - 9:00 am.			Tiempo promedio	Velocidad media temporal	Distancia	Velocidad media espacial
---------------------	--	--	-----------------	--------------------------	-----------	--------------------------

ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
4	1	14	12.73	43.93	120.00	33.94
4	2	9	15.70	34.26	122.50	28.10
4	3	2	14.76	27.00	150.00	36.59

Donde Velocidad Media Temporal, es el promedio aritmético de las velocidades (en km/hr) de la tabla anterior cuyos orígenes y destinos son iguales; sin embargo, para hallar la Velocidad media espacial, se halló el tiempo promedio (en seg.) que tardaron todos los vehículos que siguieron esa ruta, y con la distancia, se obtiene la velocidad.

Podemos notar que la velocidad media temporal es ligeramente mayor que la velocidad media espacial.

Este mismo procedimiento se ha seguido para obtener las velocidades media tanto espacial como temporal con puntos de origen y destino para cada uno de los periodos de tiempo de 7:00 am. - 9:00 am., 12:00-2:00 pm. y de 6:00-8:00 pm., los cuales se incluyeron en los Anexos.

### 3.3 TRÁNSITO FUTURO

Es necesario el cálculo del tránsito que se dará a lo largo de un periodo de servicio, normalmente, el diseño que se realiza para las vías consta de 20 años y dar un mantenimiento periódico, sin embargo, para este caso nosotros consideraremos un flujo vehicular que se dará en los próximos años con la tasa que calcularemos ahora.

Por lo que se considera lo siguiente el estudio se dará para un periodo de 10 años estimado al 2031 con la siguiente ecuación:

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Donde:

T<sub>n</sub>: Trafico en el año n.

T<sub>o</sub>: Trafico actual o del año base.

r: Tasa de crecimiento.

n: Año para el cual se calcula el volumen de tráfico.

En función del cuadro de volúmenes de máxima demanda para cada una de las vías a intervenir tenemos lo siguiente que para la tasa de crecimiento que se tiene consideraremos una tasa de crecimiento vehicular que según el MTC el crecimiento es de 2% a 6%.

Según lo evaluado la tasa de crecimiento que se tiene es de 5% para el análisis de esta tesis.

A partir de los datos que se tiene calculamos el tránsito futuro para cada una de las vías.

Teniendo los siguientes cuadros:



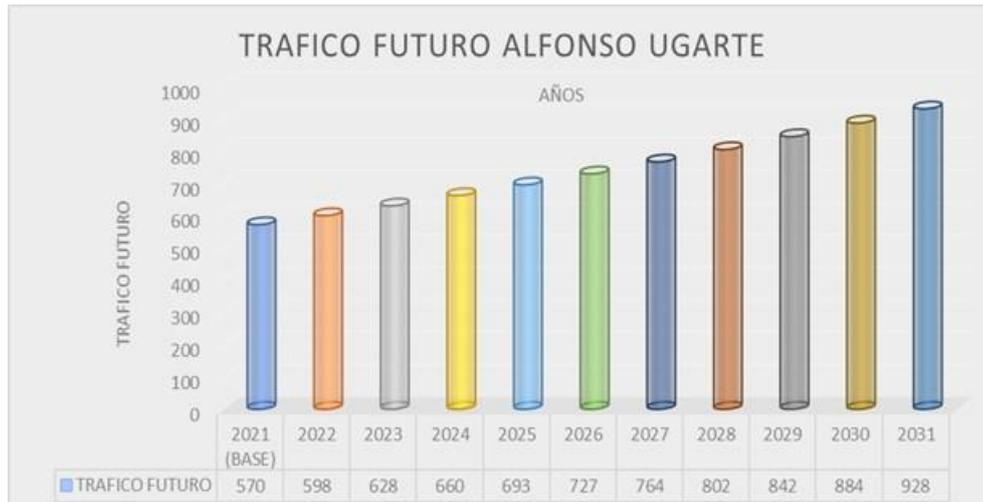
**Figura 44.** Tráfico futuro Puente Chilina.



**Figura 45.** Tráfico futuro Av. Cuzco.



**Figura 46.** Tráfico futuro Ramón Castilla.



**Figura 47.** Tráfico futuro Alfonso Ugarte.

De estos cuadros, consideramos los valores obtenidos según lo especificado en el año 2031 del cual obtenemos los siguientes tráfico futuros.

**Tabla 13.**

*Resumen de tráfico futuro*

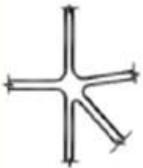
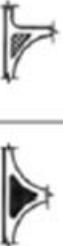
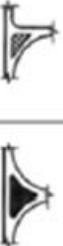
	VHMD	Tasa de crecimiento	n	Trafico futuro 2031
PUENTE CHILINA	759	5%	10	1237
AV CUSCO	651	5%	10	1061
RAMON CASTILLA	570	5%	10	928
ALFONSO UGARTE	881	5%	10	1435

### 3.4 INTERSECCIONES

En este punto al ser de interés la rotonda ubicada en el distrito de Cayma tras pasar el puente Chilina es que se evaluará la intersección.

La concepción de esta intersección fue a partir de la confluencia de calles, a la cual se denomina área de conflicto a la zona de influencia, en el cual los conductores puedan realizar maniobras para pasar de una vía a otra.

En este sector la solución vial es a nivel de la rasante del cual tenemos según el ministerio de transportes y comunicaciones siguiente imagen de soluciones viales.

ESPECIALES	DE CUATRO RAMALES				DE TRES RAMALES			
	INTERSECCION EN X		INTERSECCION EN +		EMPALME EN Y		EMPALME EN T	
								
								
								
								

**Figura 48.** Tipos de intersecciones.  
**Fuente:** (Cal et al., 1994)

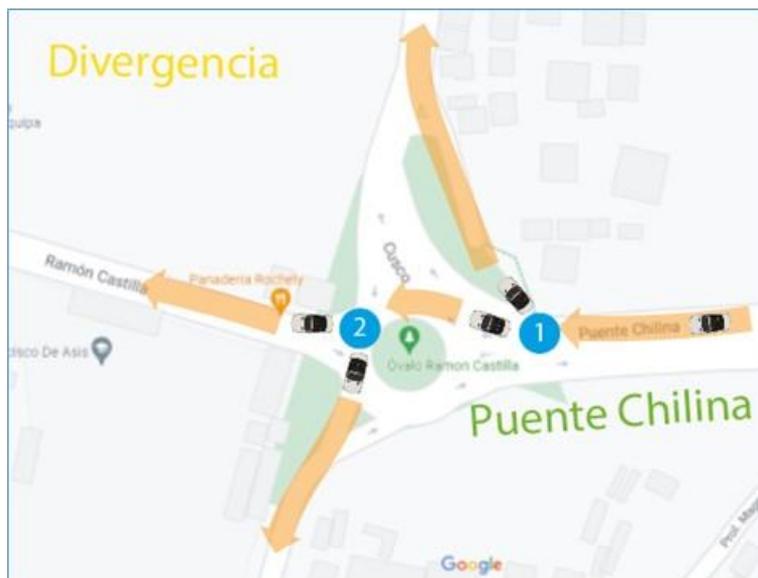
Como ya se describió en el inicio del capítulo, el sector de interés es la rotonda de Cayma y se evaluó las maniobras de la intersección, en el siguiente punto se analizará los conflictos producidos en las intersecciones de interés.

### 3.5 CONFLICTOS

A continuación, se hace el análisis por cada vía para identificar posibles puntos de conflicto, sean de convergencia, divergencia o cruce.

#### 3.5.1 Divergencia

Para la Av. del Puente Chilina tenemos el punto de divergencia 1, dado que en su punto inicial hay dos opciones, ir hacia la Av. Cuzco o entrar en la rotonda para poder derivar luego en la Ramón Castilla o en su defecto en la Alfonso Ugarte. En el punto 2 tenemos otro punto de divergencia, dado que es el punto donde se toma la decisión de ir hacia la Ramón Castilla o Alfonso Ugarte.



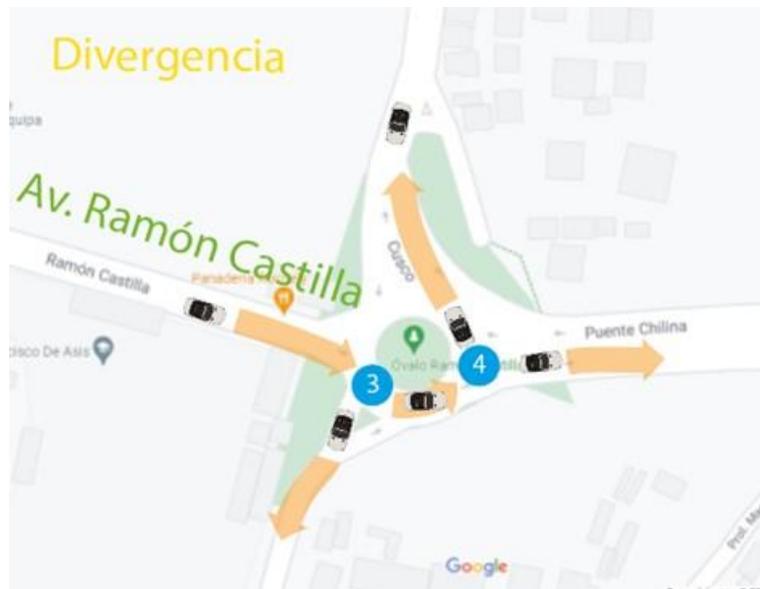
**Figura 49.** Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen del Puente Chilina.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Para aquellos vehículos que llegan de la Av. Cuzco, se tiene nuevamente el punto de divergencia 2, dado que a partir de aquí se puede tomar la ruta hacia la Ramón Castilla o proseguir en la rotonda hasta el punto de divergencia 3, donde se da la bifurcación para llegar a la avenida Alfonso Ugarte o ir hacia el Puente Chilina.



**Figura 50.** Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de la Av. Cuzco.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Para aquellos que llegan de la av. Ramón Castilla, se topan con el punto de divergencia 3 donde se decide si ir hacia la avenida Alfonso Ugarte o mantenerse en la rotonda. En el punto 4 de divergencia se decide finalmente si se va hacia el Puente Chilina o tomar la ruta hacia la Av. Cuzco.



**Figura 51.** Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de la Av. Ramón Castilla.

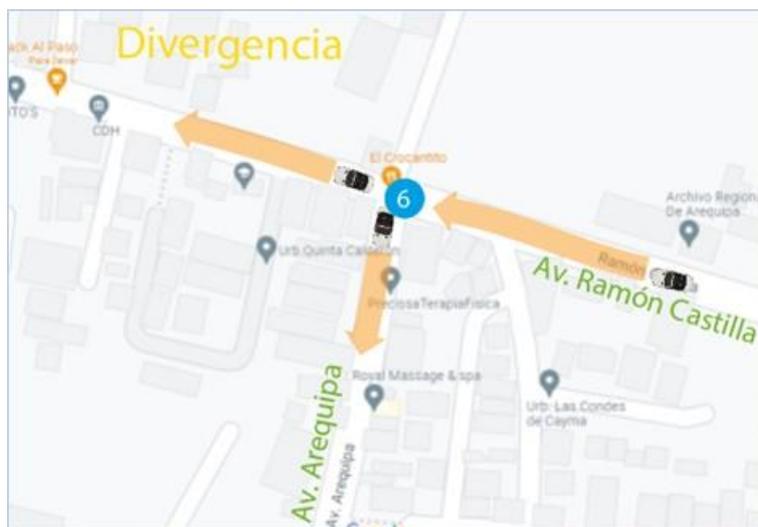
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Si analizamos la ruta que proviene desde la Alfonso Ugarte, tenemos nuevamente el punto de divergencia 4 que nos lleva hacia el Puente Chilina o decidir proseguir en la rotonda. Finalmente, el punto de divergencia 5, que nos exige elegir entre la Av. Cuzco o continuar en la rotonda y llegar finalmente hasta la Ramón Castilla.



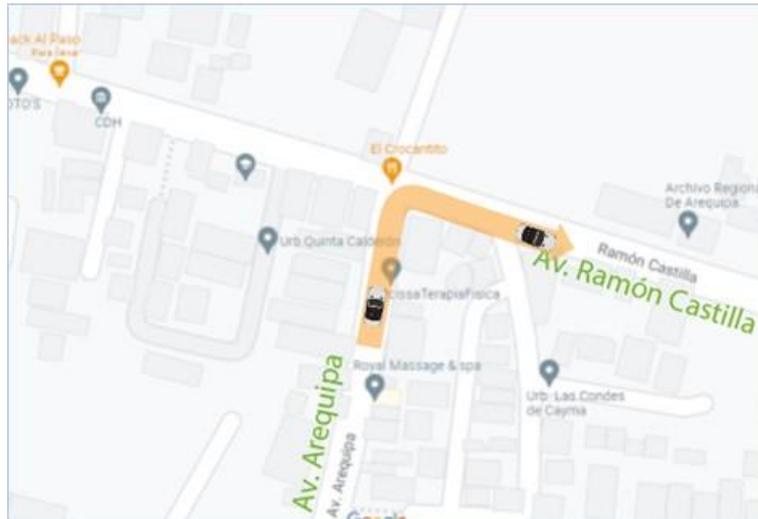
**Figura 52.** Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de Alfonso Ugarte.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Si los vehículos de la avenida Ramón Castilla, que llegan de la rotonda y siguen la ruta para llegar a la intersección con la Av. Bolognesi, se encontrará un punto de divergencia 6, el cual le permitirá al chofer tomar la decisión si tomar la ruta directa o girar a la izquierda para irse por la Av. Arequipa.



**Figura 53.** Análisis de puntos de divergencia para vehículos que vienen de la rotonda y prosiguen en la Ramón Castilla.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Para aquellos vehículos que provienen desde la Av. Arequipa, podemos determinar que no hay punto de divergencia, dado que solo se puede proseguir la ruta siguiente para llegar a la Ramón Castilla.



**Figura 54.** Análisis de puntos de divergencia para vehículos que provienen de la Av. Arequipa.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

### 3.5.2 Convergencia

Se repite el procedimiento para hallar puntos de divergencia y determinar así puntos de conflicto probables de convergencia.

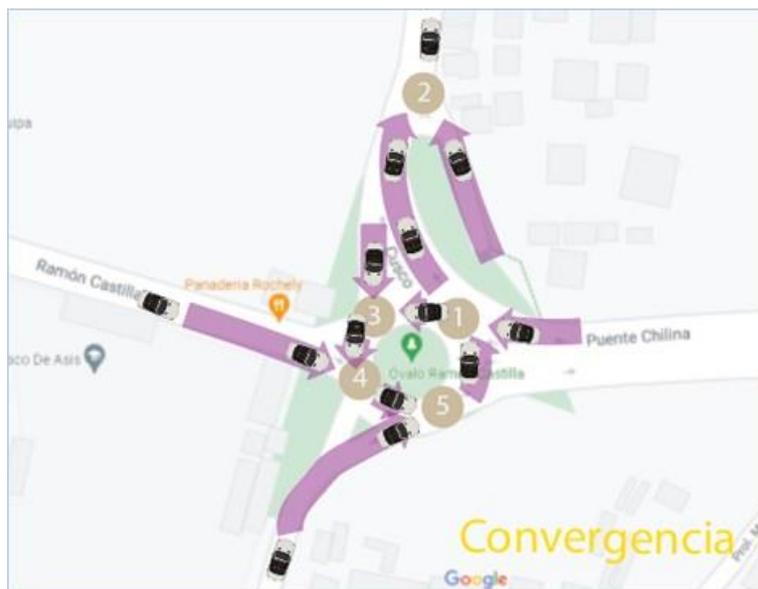
El punto 1 de convergencia en la gráfica a continuación, es para aquellos vehículos que llegan desde el Puente Chilina y se insertan en la rotonda, así como aquellos vehículos que provienen de la Ramón Castilla o Alfonso Ugarte para llegar a la Av. Cuzco.

En el punto 2 de convergencia, tenemos aquellos que llegan a la Avenida Cuzco desde la vía directa, preferencial de la Av. Puente Chilina, y aquellos que provienen de la rotonda.

El punto 3 tenemos aquellos que llegan desde la Av. Cuzco, y aquellos que provienen de la rotonda desde el Puente Chilina o Alfonso Ugarte.

El punto 4 tenemos aquellos que provienen desde la Av. Ramón Castilla y se juntan con aquellos que siguen el recorrido de la rotonda para derivar en la Alfonso Ugarte o el mismo Puente Chilina.

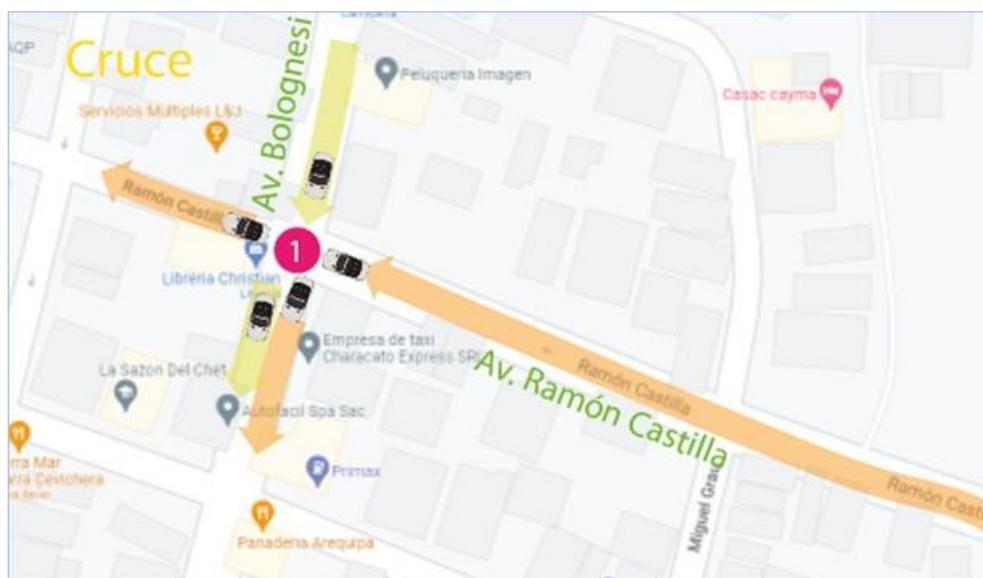
Finalmente, el punto 5, análogo a los demás, es el punto donde se unifican aquellos vehículos de la Ramón Castilla, Alfonso Ugarte y Av. Cuzco que siguen la ruta de la rotonda para posteriormente derivar en las vías anexas.



**Figura 55.** Análisis de puntos de convergencia para el óvalo de Ramón Castilla.  
 Fuente: Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

### 3.5.3 Cruce

Finalmente, en la intersección entre las Avenidas Ramón Castilla y Bolognesi, tenemos un punto de conflicto del tipo cruce, dado que los vehículos de la Av. Bolognesi siguen la ruta de un solo sentido que se muestra en el gráfico siguiente e intercepta aquellos que provienen de la Ramón Castilla y toman la ruta directa, o aquellos vehículos que giran hacia la izquierda y se suman al flujo vehicular proveniente de la Av. Bolognesi para ir hacia la ruta que lleva a la Plaza de Cayma.



**Figura 56.** Análisis de puntos de cruce.  
 Fuente: Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Se determina así la cantidad total de conflictos en nuestra zona de estudio, tanto para aquellos puntos de divergencia, convergencia y cruce; los cuales han sido resumidos en el siguiente cuadro.

ANÁLISIS DE CONFLICTOS							
DIVERGENCIA			CONVERGENCIA			CRUCE	
NRO	ORIGEN	DESTINO	NRO	ENTRE	NRO	ENTRE	
1	Puente Chilina	Av. Cuzco Rotonda	1	Puente Chilina Rotonda + Alfonso Ugarte + Ramón Castilla	1	Av. Bolognesi Ramón Castilla	
2	Rotonda + Av. Cuzco	Ramón Castilla Alfonso Ugarte	2	Puente Chilina Rotonda + Alfonso Ugarte + Ramón Castilla			
3	Rotonda + Av. Cuzco + Ramón Castilla	Alfonso Ugarte Puente Chilina	3	Av. Cuzco Rotonda + Puente Chilina + Alfonso Ugarte			
4	Rotonda + Ramón Castilla + Av. Cuzco + Alfonso Ugarte	Puente Chilina Av. Cuzco	4	Ramón Castilla Rotonda + Puente Chilina + Ramón Castilla			
5	Rotonda + Ramón Castilla + Puente Chilina + Alfonso	Av. Cuzco Ramón Castilla	5	Alfonso Ugarte Rotonda + Ramón Castilla + Av. Cuzco			
6	Ramón Castilla	Ramón Castilla Av. Arequipa					
6		+	5		+	1	
			12	CONFLICTOS			

Figura 57. Cuadro resumen de conflictos.

### 3.6 TEORÍA DE COLAS

El análisis de la teoría de colas lo abordaremos por la simulación que se está realizando con el software Synchro 11, el cual se simulará no solo la intersección, si no el punto de conflicto evaluado en los puntos anteriores el cual viene produciendo tráfico causando un punto crítico en la ciudad de Arequipa.

#### 3.6.1 Descripción de la Teoría de Colas

La teoría de colas es un estudio matemático detallado dentro de un sistema, esta teoría estudia diversos factores que en ella influyen, como pueden ser:

- Tiempo de espera medio.
- Capacidad de trabajo del sistema.

Una cola es una línea de espera y la teoría de colas engloba una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de línea de espera particulares o sistemas de colas.

En ingeniería, la teoría de colas permite crear modelos de sistemas en los cuales varios agentes que demandan cierto servicio que confluyen en un mismo punto, por lo tanto, pueden registrarse esperas desde que un agente llega al sistema y el servidor atiende sus demandas.

En este sentido, la teoría sirve para modelar diversos procesos tales como:

- La congestión de red de computadoras.
- La implementación de una cadena productiva en la ingeniería industrial.

- La congestión generada por el flujo vehicular.

### 3.6.2 Distribuciones de Probabilidad

Simular las diferentes llegadas y todos los servicios que se producen, no es posible simularlo de manera directa, por lo que se aplica la teoría de la estadística, en el cual el modelo que tomaremos en cuenta nos dará a conocer una mejor aproximación de esta mediante la teoría de colas, el cual nos permite determinar el número de usuarios en un tiempo establecido.

Como se ve en la estadística tenemos un número finito y uniforme de valores, entonces aplicaremos una variable uniforme discreta, sin embargo, la teoría de colas en su uso se adecua más a una que represente intervalos de tiempo para eventos consecutivos como lo visto anteriormente, el cual nos determinó el factor de máxima demanda horaria de los vehículos que puedan circular, a esto se le llama distribución en un medio continuo en donde tenemos las siguientes distribuciones de probabilidad.

- La distribución continua uniforme.
- La distribución continua exponencial.
- La distribución continua Erlang.
- La distribución continua Weibull.

### 3.6.3 Modelo de Colas Simples

En este sistema los usuarios llegan bajo una distribución de Poisson. La atención se presta según una negativa exponencial y tienen un único servidor.

- Colas con servidores paralelos M-M-C  
Este se caracteriza porque existe más de un servidor que ejecuta la misma operación con la misma eficiencia.  
En este sistema no existen múltiples colas, solo existe una única cola.
- Colas con servidores paralelos y límites de capacidad M-M-c-K  
Existen colas que no pueden albergar una cantidad indefinida de usuarios. Llegados a este punto se dice que el sistema es de capacidad limitada.
- Formula de Erlang M-M-C-C  
Cuando el límite de capacidad coincide con la cantidad de servidores es un caso especial. Siendo este el caso no se genera cola, dando lugar a la distribución de probabilidad de Erlang.
- Sin límites de servidores M-M- $\infty$   
Es un sistema donde el número de servidores en simultáneo no es un límite.
- Cuando el servicio cambia respecto del número de clientes

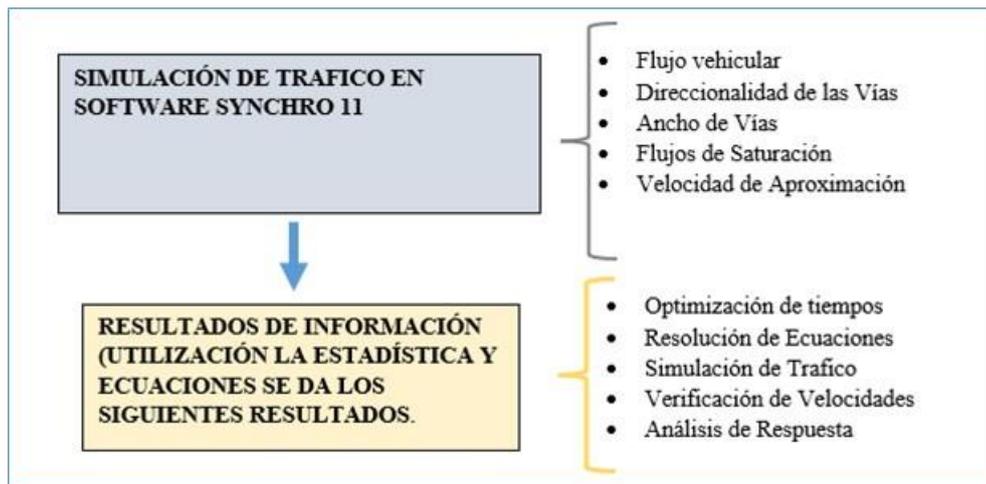
El tiempo de atención a los clientes varía dependiendo del tamaño de la cola.

- Colas con impaciencia

Esta se da cuando los usuarios pueden visualizar un gran número de usuarios delante suyo prolongando la espera.

### 3.6.4 Simulación

La simulación de tráfico se realizará mediante el siguiente diagrama, el cual según los datos otorgados al software podemos encontrar los siguientes resultados que se muestran a continuación



*Figura 58.* Simulación.

Se tiene el siguiente proceso de la simulación en el cual se mostrará en pasos generales como se llevó el modelo, se tiene la imagen satelital proporcionada por el software del Google Mapper el cual mediante los satélites nos da una mejor resolución de la foto satelital a ser utilizada



**Figura 59.** Vista planta de la zona de estudio.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Se realiza la colocación de las vías con la medida de los carriles según lo encontrado en campo y dando eso se da la direccionalidad de los vehículos.



**Figura 60.** Óvalo Ramón Castilla en el programa Synchro.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Con el modelo colocado podemos establecer los flujos que se vienen dando de cada una de las vías que analizamos en los capítulos anteriores para lo cual tenemos lo siguiente:



**Figura 61.** Asignación de flujos y datos de entrada en Synchro.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Una vez colocado los flujos vehiculares, se procede a hacer el balance vehicular de tal modo que el modelo el cual podamos trabajar sea el más adecuado y sea más realista para poder así evaluar de mejor manera para las soluciones viales adecuadas.

En el modelo se puede agregar la semaforización existente, como vemos en la siguiente imagen donde se da la información recogida en campo para cada uno de los semáforos

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	wBL	wBT	wBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Jones and Shering (BRL)														
Traffic Volume (vph)	0	0	0	77	295	0	0	0	0	0	546	36		
Scenario specific property	0	0	0	77	295	0	0	0	0	0	546	36		
WAY TYPE				Perm										
Protected Phases				8							6			
Permitted Phases				8										
Permitted Flashing Yellow														
Detector Phases				8	8						6			
Switch Phase				0	0						0			
Leading Detector (m)				0.0	0.0						10.0			
Trailing Detector (m)				0.0	0.0						0.0			
Minimum Inhibit (s)				5.0	5.0						5.0			
Minimum Split (s)				26.0	26.0						26.0			
Total Split (s)				26.0	26.0						26.0			
Yellow Time (s)				3.0	3.0						3.0			
AllRed Time (s)				5.0	5.0						5.0			
Lost Time Adjust (s)				0.0	0.0						0.0			
Jogging Phase?														
Allow Lead/Lag Optimize?														
Recall Mode				Max	Max						Max			
Speed limit (km/h)			50		50			50			50			
Actuated Effct. Green (s)				18.0	18.0						18.0			
Actuated g/C Ratio				0.35	0.35						0.35			
Volume to Capacity Ratio				0.12	0.48						0.95			
Control Delay (s)				2.6	16.6						37.9			
Queue Delay (s)				0.0	0.0						0.0			
Total Delay (s)				2.6	16.6						37.9			
Level of Service				A	B						D			
Approach Delay (s)					13.7						37.9			
Approach LOS					B						D			
Queue Length 50th (m)				0.0	5.5						13.4			
Queue Length 95th (m)				1.2	10.2						27.9			
Itops (vph)				9	221						458			
Fuel Used (l/h)				1	9						32			

**Figura 62.** Asignación de data para semáforos.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Según esta información colocada, se puede verificar que los flujos vehiculares que se tiene en cada una de las vías y se obtener al final de cuentas el nivel de servicio que se tiene y la densidad vehicular y analizar la que tiene el estado más crítico obteniendo el siguiente cuadro.

**Tabla 14.**

*Niveles de servicio y flujo vehicular*

Ítem	Vías a Intervenir	Nivel de Servicio	Flujo Vehicular
1.00	Av. Cuzco	B	0.48
2.00	Ramón Castilla	D	0.95
3.00	Alfonso Ugarte	C	0.52
4.00	Puente Chilina	B	0.48

*Fuente:* Elaboración propia

A partir de la información obtenida por la intersección de estudio, existen sistemas de controles como son los semáforos, los cuales producen un flujo de saturación para la zona y esto se debe a la existencia de una señal de rojo, cuando el semáforo cambia a verde cambia el flujo de saturación que se tiene, la cual es uniforme mientras la cola se disipe hasta que el color verde termine iniciando nuevamente el ciclo.

Se analizó para las zonas que tienen semáforos utilizando la teoría de colas por medio de un método determinístico.

La tasa de salidas  $\mu$  presenta tres estados:

$\mu=0$ , cuando el semáforo muestra la marca roja.

$\mu=s$ , cuando el semáforo muestra la indicación verde y aún existe cola.

$\mu=\lambda$ , cuando sin existir cola el semáforo continuo en verde, esto es, los vehículos salen de la intersección a la misma tasa que llegan.

Para el caso de las vías de análisis en el óvalo de Cayma del Puente Chilina, se observó que el estado de la tasa de salida corresponde a  $\mu=s$ .

Con estos conceptos se procedió a calcular los siguientes indicadores de efectividad:

- Tiempo para que se disipe la cola después del verde efectivo

El cual mostraremos a continuación en el siguiente cuadro de cálculo de las vías utilizaremos la siguiente ecuación:

$$t_o = \frac{pr}{1-p}; p = \frac{\lambda}{\mu}$$

Donde:

$\rho$ : factor de utilización o intensidad del tránsito.

$\lambda$ : Tasa media de llegada (veh/s).

$\mu$ : Tasa media de salida (veh/s).

r: rojo efectivo (s).

**Tabla 15.**

*Cálculo de  $t_o$  y  $p$  para la teoría de colas*

Ítem	Vías	Flujo de saturación	Flujo de saturación s-(veh/s)	Tasa media veh /h	Tasa media-veh /h	Tiempo verde	Ciclo optimo -C- (S)	Rojo efectivo -r (s)	p=	$t_o = pr/(1-p)$ (s)
1.00	Av. Cuzco	1872	0.48	439	0.12	39	85	45	0.23	13
2.00	Av. Ramón Castilla	1556	0.62	527	0.14	39	85	45	0.32	21
3.00	Puente Chilina	2851	0.82	629	0.17	32	85	52	0.19	12
4.00	Av. Alfonso Ugarte	1422	0.52	387	0.13	32	84	52	0.25	17

**Tabla 16.**

*Cálculo de  $t_o$  y  $p$  para la teoría de colas para Ramón Castilla y Av. Arequipa*

Vías	Flujo de saturación	Flujo de saturación s-(veh/s)	Tasa media veh /h	Tasa media-veh /h	Tiempo verde	Ciclo optimo -C- (S)	Rojo efectivo -r (s)	p=	$t_o = pr/(1-p)$ (s)
Av. Ramón Castilla	1556	0.62	527	0.14	39	85	45	0.32	21
Av. Arequipa	352	0.18	52	0.02	10	30	15	0.05	1

- Proporción del ciclo con cola

Se utiliza para determinar la proporción optima de la disipación de la cola

$$Pq = \frac{\text{tiempo en cola}}{\text{longitud de ciclo}} = \frac{r + t_o}{C}$$

Donde:

C: Tiempo de ciclo óptimo (s).

$t_i$ : Tiempo para que se disipe la cola después del verde efectivo (s).

r: rojo efectivo (s).

**Tabla 17.***Proporción óptima de disipación de cola*

Vía	Tiempo verde - g- (s)	Ciclo óptimo -C- (s)	Rojo efectivo -r- (s)	$p=\lambda/s$	$t0=pr/(1-p)$ (s)	Ps
Av. Cusco	39	85	45	0.23	13	0.68
Av. Ramón Castilla	39	85	45	0.32	21	0.78
Puente Chilina	32	85	52	0.19	12	0.75
Av. Alfonso Ugarte	32	85	52	0.25	17	0.81

- Longitud máxima de la cola

En base a la tasa media que se tiene de vehículos y la cantidad de rojo efectivo calculamos la cantidad máxima que se puede dar en la cola

$$Qm = \lambda r$$

Donde:

$\lambda$ : Tasa media de llegada (veh/s).

r: rojo efectivo (s).

**Tabla 18.***Cantidad máxima en una cola*

Vía	Tasa Media- VEH /H	Rojo efectivo -r- (s)	Qm (veh)
Av. Cusco	0.12	45	5
Av. Ramón Castilla	0.14	45	6
Puente Chilina	0.17	52	9
Av. Alfonso Ugarte	0.13	52	7

- Longitud promedio de la cola por ciclo

Es la longitud que se tiene para un ciclo completo

$$Q = \frac{r + t0}{C} * \frac{\lambda r}{2}$$

Donde:

C: Tiempo de ciclo óptimo (s).

r: rojo efectivo (s).

$\lambda$ : Tasa media de llegada (veh/s).

**Tabla 19.***Longitud promedio de la cola por ciclo*

Vías	Tasa media-veh /h	Tiempo verde	Ciclo optimo -C- (S)	Rojo efectivo -r (s)	to= pr/(1-p) (s)	Q
Av. Cuzco	0.12	39	85	45	13	2
Av. Ramón Castilla	0.14	39	85	45	21	2
Puente Chilina	0.17	32	85	52	12	3
Av. Alfonso Ugarte	0.13	32	85	52	17	3

- Demora máxima que experimenta un Vehículo

$$dm = r.$$

Donde:

r: rojo efectivo (s).

**Tabla 20.***Demora máxima*

Vías	Tasa media-veh /h	Tiempo verde	Ciclo optimo -C- (S)	Rojo efectivo -r (s)	to= pr/(1-p) (s)	dm
Av. Cuzco	0.12	39	85	45	13	45
Av. Ramón Castilla	0.14	39	85	45	21	45
Puente Chilina	0.17	32	85	52	12	52
Av. Alfonso Ugarte	0.13	32	85	52	17	52

- Demora total para todo el tránsito por ciclo

$$D = \frac{\lambda r^2}{2 * (1 - p)}$$

Donde:

$\rho$ : factor de utilización o intensidad del tránsito.

r: rojo efectivo (s).

$\lambda$ : Tasa media de llegada (veh/s).

**Tabla 21.***Demora total para todo el tránsito por ciclo*

<b>Vías</b>	<b>Tasa media- veh /h</b>	<b>Tiempo verde</b>	<b>Ciclo optimo -C- (S)</b>	<b>Rojo efectivo -r (s)</b>	<b><math>p=\lambda/s</math></b>	<b>D (s- veh)</b>
Av. Cuzco	0.12	39	85	45	0.23	158
Av. Ramón Castilla	0.14	39	85	45	0.32	208
Puente Chilina	0.17	32	85	52	0.19	284
Av. Alfonso Ugarte	0.13	32	85	52	0.25	234

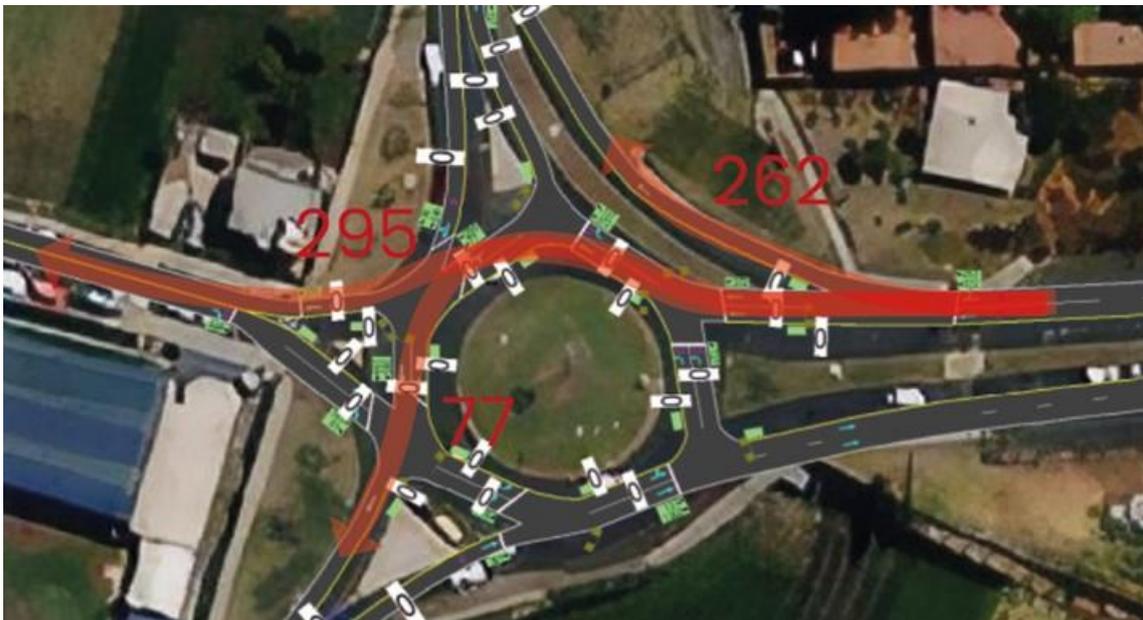
## CAPÍTULO IV

### 4.1 MODELADO DEL TRÁFICO

Basándose en los datos obtenidos, podemos simular el tráfico que se produce en función de los ciclos existentes y a los ciclos óptimos obtenidos en la teoría de colas, para lo cual procederemos a colocar los flujos obtenidos y modelarlos, las siguientes imágenes muestran la dirección que seguirá cada uno de los flujos que se fueron colocando.

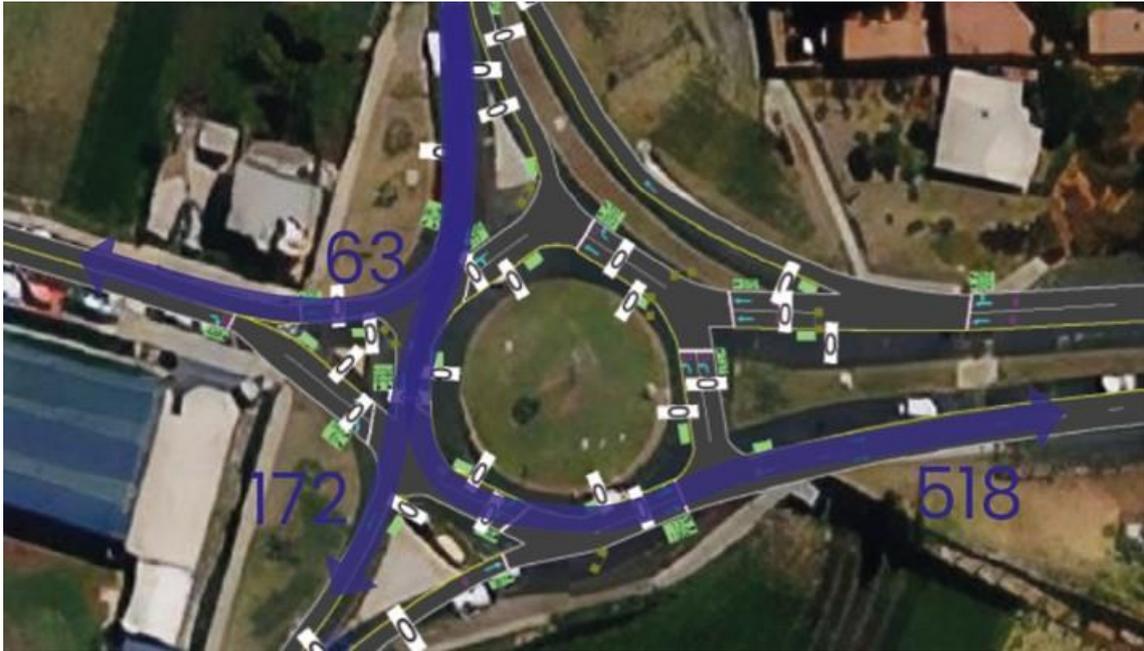
La modelación tiene que ser balanceada y se debe colocar los dispositivos de control existentes para tener una mejor aproximación a la realidad, del mismo modo, el uso de los ciclos óptimos determina el mejor modelamiento para la intersección de estudio.

Como se vio en el capítulo anterior, se utilizó el software Synchro para el análisis macro del tráfico, el cual podemos insertar la información que se tiene para determinar las capacidades vehiculares y niveles de servicio que vimos anteriormente.



*Figura 63.* Data para ingresar a Synchro desde el Puente Chilina.

*Fuente:* Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 64.** Data para ingresar a Synchro desde Av. Cuzco.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 65.** Data para ingresar a Synchro desde Alfonso Ugarte.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 66.** Data para ingresar a Synchro desde el Ramón Castilla.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 67.** Resumen de data de entrada para el programa Synchro.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Para la introducción de datos de las vías según la data de información requerida en synchro como es el volumen de tráfico que se tiene que está en vph, además de esto, el programa asigna un tráfico futuro de acuerdo con los datos estadísticos ingresados para el modelo base, solo se colocará los flujos actuales.

VOLUME SETTINGS	WBL	WBR	WBR2	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	SEL2	SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)	▼						↖	↗		↖	↗	↗
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	385	238	0	0	363	81
Development Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combined Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	385	238	0	0	363	81
Future Volume (vph)	0	0	0	0	0	0	385	238	0	0	363	81
Conflicting Peds. (#/hr)	0	0	0	0	—	0	0	—	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Adjusted Flow (vph)	0	0	0	0	0	0	385	238	0	0	363	81
Heavy Vehicles (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	WB	—	—	—	NB	—	—	SB	—	—	SE	—
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	0	0	385	238	0	0	363	81

**Figura 68.** Datos que solicita Synchro para realizar la simulación.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Una vez que se tiene esa data, se procede a colocar datos de los semáforos, ya sea los semáforos como la línea base y los semáforos según los ciclos de tiempos óptimos, para eso tomamos en cuenta la siguiente información que debemos llenar.

Se indica el máximo Split como el ciclo total, el tiempo que se proyecta de amarillo y el total de rojo, basándose en esto es que se calcula el color verde, además de esta información es importante colocar el tiempo que hay entre vehículos y la zona de nodo, y su tiempo de retardo que tendrá el conductor que se considera 1 segundo, por otro lado, se analiza cada flujo si se colocara señalética vertical o dispositivos de control.

PHASING SETTINGS	6-SBT	8-WBTL
Minimum Initial (s)	5.0	5.0
Minimum Split (s)	26.0	26.0
Maximum Split (s)	26.0	26.0
Yellow Time (s)	3.0	3.0
All-Red Time (s)	5.0	5.0
Lagging Phase?	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—
Optimize Phs Weights - Delays	1.0	1.0
Vehicle Extension (s)	2.0	2.0
Minimum Gap (s)	1.0	1.0
Time Before Reduce (s)	0.0	0.0
Time To Reduce (s)	0.0	0.0
Recall Mode	Max	Max
Pedestrian Phase	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Walk Time (s)	7.0	7.0
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0
Dual Entry?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fixed Force Off?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr
70th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr
50th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr
30th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr
10th %ile Green Time (s)	18 cd	18 mr

**Figura 69.** Data relacionado a semaforización en Synchro.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Los datos adicionales para el mejor análisis del nodo que se está colocando información de los peatones que intervienen, si hay existencia de ciclovía, basándose en todos estos datos y con la data de volúmenes vehiculares que se colocó, el modelo se da por concluido la calibración de nuestro modelo el cual nos simulará el estado actual del tráfico, además de conocer la información de saturación, control, el nivel de servicio, etc.

TIMING SETTINGS												
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	0	0	77	295	0	0	0	0	0	546	36
Future Volume (vph)	0	0	0	77	295	0	0	0	0	0	546	36
Turn Type	—	—	—	Perm	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	6
Permitted Phases	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—
Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	—	—	8	8	—	—	—	—	—	6	—
Switch Phase	—	—	—	0	0	—	—	—	—	—	0	—
Leading Detector (m)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	10.0	—
Trailing Detector (m)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—
Minimum Initial (s)	—	—	—	5.0	5.0	—	—	—	—	—	5.0	—
Minimum Split (s)	—	—	—	26.0	26.0	—	—	—	—	—	26.0	—
Total Split (s)	—	—	—	26.0	26.0	—	—	—	—	—	26.0	—
Yellow Time (s)	—	—	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	3.0	—
All-Red Time (s)	—	—	—	5.0	5.0	—	—	—	—	—	5.0	—
Lost Time Adjust (s)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	—	—	Max	Max	—	—	—	—	—	Max	—
Speed limit (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—
Actuated Effct. Green (s)	—	—	—	18.0	18.0	—	—	—	—	—	18.0	—
Actuated g/C Ratio	—	—	—	0.35	0.35	—	—	—	—	—	0.35	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.12	0.48	—	—	—	—	—	0.95	—
Control Delay (s)	—	—	—	2.6	16.6	—	—	—	—	—	37.9	—
Queue Delay (s)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—
Total Delay (s)	—	—	—	2.6	16.6	—	—	—	—	—	37.9	—
Level of Service	—	—	—	A	B	—	—	—	—	—	D	—
Approach Delay (s)	—	—	—	—	13.7	—	—	—	—	—	37.9	—
Approach LOS	—	—	—	—	B	—	—	—	—	—	D	—
Queue Length 50th (m)	—	—	—	0.0	5.5	—	—	—	—	—	13.4	—
Queue Length 95th (m)	—	—	—	1.2	10.2	—	—	—	—	—	#27.9	—
Stops (vph)	—	—	—	9	221	—	—	—	—	—	458	—
Fuel Used (l/hr)	—	—	—	1	9	—	—	—	—	—	32	—



**Figura 70.** Información general asignada por direcciones y sentidos en Synchro.  
**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2 SIMULACIÓN

La simulación se logró con los datos obtenidos, donde mediante la evaluación vemos la funcionalidad de todas las vías, con los dispositivos de control y señales de tránsito que son de exigencia en esta zona para brindar una adecuada funcionalidad, y dar al conductor comodidad.



**Figura 71.** Isométrico de simulación en Synchro.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 72.** Simulación en el programa Synchro.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

### 4.3 RESULTADOS

Según lo modelado el óvalo de estudio y sus avenidas colectoras, con los parámetros ingresados y haber calibrado el modelo de la situación actual en las intersecciones en el software Synchro, procedemos a la evaluación actual del tráfico como modelo base. Para ello, es necesario conocer los conceptos explicados en capítulos anteriores, para relacionarlos de manera eficiente y ver las posibilidades de mejora. Es importante resaltar que Synchro se basa en la metodología del HCM 2010, por lo tanto, existen parámetros que el programa recomienda para mejorar el modelo. Sin embargo, es de mucha importancia que cuando se realice el modelado base, se pueda tener los

datos correctamente colocados para que una vez que los resultados se obtengan sean los más idóneos para el análisis

### 4.3.1 Indicadores Obtenidos en Synchro

Por medio de la simulación macroscópica de la red actual en el software Synchro, se obtienen los indicadores para analizar la problemática. En ese sentido, se pueden verificar que las vías cuentan con grados de saturación cercanas a 1, las demoras que se generan para que cada vehículo que pase por la intersección, alcanzan un tiempo prolongado. Por otro lado, se evidencian que los demás accesos están al límite de su capacidad. Entonces es necesario evaluar cada una de las intersecciones para a partir de allí, proponer mejoras en el nuevo modelo de solución. En la Tabla, se muestran los indicadores evaluados en el Synchro y se pueden verificar los niveles de servicio, grados de saturación por acceso, ciclos semafóricos y demoras en las cinco intersecciones evaluadas.

**Tabla 22.**

*Nivel de servicio en el acceso y en la intersección*

Modelo actual	Nivel de Servicio del Acceso	Nivel de servicio Intersección	Grado de Saturación	Ciclo semafórico	Demora de la intersección
Av. Cuzco	B	D	0.43	35	112.5
Av. Ramón Castilla	D	U	0.95	U	U
Puente Chilina	D	U	0.35	U	U
Av. Alfonso Ugarte	B	D	0.42	35	162.5

En el programa del Synchro se puede colocar la cantidad de ciclos de semaforización tal como se muestra en la siguiente imagen lo que nos permite ver el tiempo que se fue asignando a cada uno de los colores de los semáforos existentes.

Además de conocer los ciclos es importante conocer la demora que se viene produciendo en la intersección de análisis, colocando la peor situación de un vehículo que circula en hora punta.



**Figura 73.** Ciclo de semáforo

#### 4.4 INTERPRETACIÓN

En función de los datos obtenidos de la teoría de colas y del modelamiento que se da en el Synchro, podemos ver que los grados de saturación son cercanos a 1 en el caso de la avenida de Ramón Castilla lo cual nos hace ver que en este sector se producirá una cola larga la cual conflictúa el libre tráfico en las horas más puntas que se tiene se procede al análisis en el propio programa

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Traffic Volume (vph)	0	0	0	77	295	0	0	0	0	0	546	36	—	—
Future Volume (vph)	0	0	0	77	295	0	0	0	0	0	546	36	—	—
Turn Type	Movement Volume, in vehicles per hour			Perm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	6	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Permitted Flashing Yellow	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	—	—	8	8	—	—	—	—	—	6	—	—	—
Switch Phase	—	—	—	0	0	—	—	—	—	—	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	—	—	5.0	5.0	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	—	—	26.0	26.0	—	—	—	—	—	26.0	—	—	—
Total Split (s)	—	—	—	26.0	26.0	—	—	—	—	—	26.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	—	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	—	—	5.0	5.0	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	—	—	Max	Max	—	—	—	—	—	Max	—	—	—
Speed limit (km/h)	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	50	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	—	—	18.0	18.0	—	—	—	—	—	18.0	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	—	—	0.35	0.35	—	—	—	—	—	0.35	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	—	0.12	0.48	—	—	—	—	—	0.95	—	—	—
Control Delay (s)	—	—	—	2.6	16.6	—	—	—	—	—	37.9	—	—	—
Queue Delay (s)	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—	—	—
Total Delay (s)	—	—	—	2.6	16.6	—	—	—	—	—	37.9	—	—	—
Level of Service	—	—	—	A	B	—	—	—	—	—	D	—	—	—
Approach Delay (s)	—	—	—	—	13.7	—	—	—	—	—	37.9	—	—	—
Approach LOS	—	—	—	—	B	—	—	—	—	—	D	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	—	—	0.0	5.5	—	—	—	—	—	13.4	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	—	—	1.2	10.2	—	—	—	—	—	#27.9	—	—	—
Stops (vph)	—	—	—	9	221	—	—	—	—	—	458	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	—	—	1	9	—	—	—	—	—	32	—	—	—

Figura 74. Ratio de capacidad Synchro.

Basándose en estos datos obtenidos de la vía de Ramón Castilla que es la que se conflictúa, se procedió a modelar la zona superior como se vio de la misma manera en la teoría de colas para ver el comportamiento de esta vía luego de cruzar la primera intersección, y analizar donde se produce el tráfico y causa un grado de saturación elevado.



**Figura 75.** Punto de intersección Ramón Castilla y Av. Arequipa.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Se analiza la intersección donde se ve que el nivel de flujo se fue disminuyendo en lo que sigue la vía Ramón Castilla, ya que se vuelve en doble sentido pasando la avenida Arequipa, la cual se analizó las divergencias de esta zona, al no tener semaforización esta zona disipa la congestión que se solía tener proveniente del óvalo del puente Chilina para esta avenida de estudio

HCM 2000 SIGNING SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lanes and Sharing (#RL)	<input type="text" value="1"/>					
Traffic Volume (vph)	0	0	30	301	0	444
Future Volume (vph)	0	0	30	301	0	444
Sign Control	Stop	—	—	Stop	Stop	—
Median Width (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	—
TWLT Median	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Critical Gap, tC (s)	—	—	—	—	—	—
Follow Up Time, tF (s)	—	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	—	0.46	0.46	—	0.52
Control Delay (s)	—	—	11.9	11.9	—	11.5
Level of Service	—	—	B	B	—	B
Queue Length 95th (m)	—	—	—	—	—	—
Approach Delay (s)	0.0	—	—	11.9	11.5	—

**Figura 76.** Nivel de servicio de la intersección.

## **CAPÍTULO V**

### **5.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Uno de los objetivos que plantea la ingeniería de tránsito, es prevenir alguna afectación en la capacidad vial de una carretera, podemos colocar el ejemplo de una festividad que produce un incremento en el flujo vehicular, y bajo la información recabada podemos determinar que sería una pésima idea iniciar algún trabajo vial de reparación en las calles afluentes directas, lo que podría provocar un mayor caos y generar accidentes.

#### **5.1.1 Semáforos**

Los semáforos se han establecido como una de las herramientas más útiles para mediar adecuadamente el flujo vehicular de una vía y obtener altos niveles de servicio.

Sin embargo, la previsión adecuada, su programación y su ajuste son indispensables para conseguir las ventajas que esta alternativa ofrece, dado que un error de sincronización, un mal ajuste de tiempo, entre otros factores solo provocarán que el problema se exacerbe y ofrezca un nivel de servicio más bajo para los móviles y peatones.

Algunas de las ventajas que ofrece el uso adecuado y programado de semáforos es la de ordenar el tránsito, la cual distribuye óptimamente el derecho de pase en una intersección. Permite, además, mediante la conexión de redes viales con semáforos sincronizados, mantener un flujo libre a una velocidad constante para los vehículos y ofreciendo niveles altos de confortabilidad.

Considerando que en la zona de estudio ya existe un óvalo y semáforos existentes, se puede ver que no han sido suficientes para mediar adecuadamente el flujo vehicular, por lo que se ha dispuesto sincronizar los semáforos e involucrar un estudio más integral considerando la intersección de la Av. Ramón Castilla con la Av. Bolognesi. Para lo cual se optará con el uso de semáforos dado que representan la opción más económica y funcional para este tipo de situaciones.

### 5.1.2 Flujo de Saturación

Para realizar el procedimiento teórico para semáforos se requiere hallar previamente el flujo de saturación, el cual se extrae del Highway Capacity Manual 5th Edition (HCM 2010) Vol. 3. 3-Transportation Research Board (TRB) (2010) de la ecuación 18-5.

Este valor de Flujo de saturación representa la situación teórica de un flujo ininterrumpido vehicular en una intersección donde se mantiene constante la luz verde de un semáforo, permitiendo el derecho de uso continuo.

$$S_1 = S_o(N)f_w(f_{HV})f_g(f_p)f_{bb}(f_a)f_{LU}(f_{LT})f_{RT}(f_{Lpb})f_{Rpb}$$

Donde cada factor representa:

$S_1$  = Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles (veh/hora verde).

$S_o$  = Tasa de flujo de saturación ideal por carril (autos/hora/carril).

$N$  = Número de carriles del grupo considerado.

$Y$  a continuación son factores de corrección por geometría, tipología vehicular, dirección, entre otros.

$f_w$  = Factor de ajuste por ancho de carriles. Este factor nos permite considerar el impacto que produce en un carril que sea estrecho o ancho.

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículos pesados en el tráfico. Sabiendo que los vehículos pesados tienen una movilidad muy lenta comparada con un vehículo menor, este factor evalúa la importancia de la presencia de vehículos pesados.

$f_g$  = Factor de ajuste por pendiente de acceso. La pendiente puede alterar el comportamiento del conductor, al verse situado en un terreno que invita a acelerar o desacelerar.

$f_p$  = Factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles. En la gran mayoría de vías, se da la interrupción del flujo normal, debido a maniobras de estacionamiento de un vehículo que afecta a los que lo siguen.

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección. Debido al transporte público, los buses tienen destinados zonas de estacionamiento para subir o dejar pasajeros, los cuales muchas veces no se cumplen y llegan a entorpecer el flujo en distintas zonas donde no corresponde.

$f_a$  = Factor de ajuste por tipo de área. La zona de influencia debido al uso como residencial, comercial o financiera, puede influir enormemente en el comportamiento global de los vehículos.

$f_{LU}$  = Factor de ajuste por utilización de carriles. En un grupo de carriles, este factor evalúa la desigual de distribución que se genera por la presencia de más carriles para una sola dirección.

$f_{LT}$  = Factor de ajuste por vueltas a la izquierda Considerando un carril exclusivo o no, evalúa el porcentaje de vehículos que abandonan la vía de circulación para girar a la izquierda.

$f_{RT}$  = Factor de ajuste por vueltas a la derecha. Considerando un carril exclusivo o no, evalúa el porcentaje de vehículos que abandonan la vía de circulación para girar a la derecha.

$f_{Lpb}$  = Factor de ajuste por peatones y bicicletas que bloquean el flujo normal para vueltas vehiculares a la izquierda.

$f_{Rpb}$  = Factor de ajuste por peatones y bicicletas que bloquean el flujo normal para vueltas vehiculares a la derecha.

Así mismo, la HCM 2010 recomienda un valor mesurado de Tasa de flujo de saturación ideal Son de 1 900 vehículos livianos en una hora para un carril estándar de ancho de 3.60 m., una pendiente plana o 0%, donde no se permiten estacionamientos, ni paradas por autobuses u otros.

A continuación, evaluaremos cada uno de los factores para la Av. Ramón Castilla



**Figura 77.** Fotografía de la Av. Ramón Castilla.

- Para el caso del factor de ancho de carril  $f_w$  se tiene la siguiente ecuación:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3.6}{9}$$

Sabiendo que el ancho del carril (W) en la Av. Ramón Castilla es 3.3m se tiene:

$$f_w = 1 + \frac{3.3 - 3.6}{9} = 0.967$$

- Para el factor de vehículos pesados  $f_{HV}$  es:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$$

$$E_T = \frac{2.4 \#autos}{\#pesado}$$

Sabiendo que %HV es aproximadamente 7.35% según el aforo llevado a cabo en la Av. Ramón Castilla.

Obteniendo un factor de:

$$f_{HV} = 0.9067$$

- Para el factor de pendiente tenemos  $f_g$  se tiene:

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

Donde %G es un porcentaje de pendiente del acceso que está entre el intervalo recomendado de -6% a 10%, donde los valores negativos representan descensos.

$$f_g = 0.999$$

- Para el factor de ajuste por estacionamientos  $f_p$  se sigue la siguiente ecuación:

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18Nm}{3600}}{N}$$

Donde:

$$0 \leq Nm \leq 180$$

$$f_p \geq 0.050$$

$$f_p = 1000 \text{ si no hay estacionamientos}$$

Sabiendo que N es el número de carriles y Nm es el número de las maniobras para estacionamiento que se dan por un intervalo de una hora.

Se obtiene:

$$f_p = 1.00$$

- Para el factor de bloqueo por buses  $f_{bb}$  se tiene:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4Nb}{3600}}{N}$$

Donde N es el número de carriles y Nb es el número de buses que circulan por hora.

Además:

$$0 \leq Nm \leq 250$$

$$f_{bb} \geq 0.050$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$f_{bb} = 1.00$$

- Para el tipo de ajuste por tipo de área  $f_a$  se considera:

$$f_a = 0.90 \text{ en zonas central comercial de la ciudad.}$$

$$f_a = 1.00 \text{ para todas las demás áreas.}$$

Por lo tanto, la Av. Ramón Castilla es 1, dado que no es una zona central comercial.

$$f_a = 1.00$$

- Para evaluar el factor de ajuste para la desigualdad de distribución en carriles  $f_{LU}$  se tiene:

$$f_{LU} = \frac{Vg}{V_{g1}N}$$

Donde  $Vg$  es la tasa de demanda no ajustada del grupo de carriles que se considera, sus unidades son vehículos por hora.

Para el valor de  $V_{g1}$  se le representa como la tasa de flujo de demanda no ajustada del carril, pero con el volumen más alto. Y  $N$  nuevamente es el valor de cantidad de carriles.

$$f_{LU} = 1.033$$

- Para el factor de ajuste  $f_{LT}$  que representa las vueltas o giros a la izquierda se tiene:

$$f_{LT} = 0.95 \text{ si se trata de un carril exclusivo}$$

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05Plt} \text{ si se trata de un carril compartido}$$

Donde  $Plt$  es una proporción de los vehículos que giran a la izquierda

$$f_{LT} = 0.9898$$

- Para el factor de ajuste  $f_{RT}$  que representa las vueltas o giros a la izquierda se tiene:

$$f_{RT} = 0.85 \text{ si se trata de un carril exclusivo.}$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15Prt \text{ si se trata de un carril compartido.}$$

$$f_{RT} = 1 - 0.135Prt \text{ si se trata de un carril simple.}$$

Donde  $Prt$  es una proporción de los vehículos que giran a la derecha

Además, se debe cumplir que:

$$f_{RT} \geq 0.050$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$f_{RT} = 0.992$$

- Finalmente, el factor de ajuste por el bloqueo e interrupción que provocan los peatones y bicicletas en el flujo norma para los giros hacia la izquierda  $f_{Lpb}$  o derecha  $f_{Rpb}$ .

$$f_{Rpb} = 1 - P_{Rt}(1 - A_{pbt})(1 - P_{Rta})$$

$$f_{Lpb} = 1 - P_{Lt}(1 - A_{pbt})(1 - P_{Lta})$$

Donde  $P_{Rt}$  y  $P_{Lt}$  representan proporciones de giros a la derecha o a la izquierda respectivamente.  $A_{pbt}$  es el ajuste a la fase permitida.  $P_{Rta}$  y  $P_{Lta}$  son las proporciones de vueltas a los giros hacia la derecha o izquierda que usan la fase protegida.

Para el caso particular de la Av. Ramón Castilla se obtiene un aforo cuyo valor de  $P_{Rt}$  y  $P_{Lt}$  es 21% y 6% respectivamente.

$$f_{Rpb} = f_{Lpb} = 1.00$$

## 5.2 CÁLCULO DE SEMÁFOROS SEGÚN WEBSTER

### 5.2.1 Fases

Como primer paso para el cálculo de longitud de ciclo para semáforos según F.V. Webster es definir cuáles son las fases; es decir, periodos de tiempo donde ciertos vehículos tendrán derecho de cruzar la intersección guiados bajo una señal de pase o luz verde, mientras que simultáneamente habrá vehículos que se detengan permitiendo el libre pase de los primeros. La siguiente fase consistirá en el cambio de roles, siendo los primeros ahora los que se detengan gracias a una señal de luz roja o pare, mientras que los segundos adquieren el derecho de pase.

Para nuestro caso en particular se adoptarán dos fases, la primera que permite el libre paso de los vehículos que llegan a la intersección desde la Av. Cuzco y desde la Av. Alfonso Ugarte.



**Figura 78.** Fase 1 que habilita las Av. Cuzco y Alfonso Ugarte.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

La siguiente fase iniciará con la habilitación de pase para los vehículos que provengan del Puente Chilina y de la avenida Ramón Castilla.



**Figura 79.** Fase 2 que habilita las Av. Ramón Castilla y Puente Chilina.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Tenemos que considerar que el objetivo al cuál se debe llegar, es que cada fase involucre la mayor cantidad de vehículos que circulen a través del óvalo, esto con el fin de disminuir las demoras de cada vía.

### 5.2.2 Intervalo de Cambio de Fase

La primera parte involucra el cálculo para determinar el intervalo de cambio de fase, es decir, el tiempo que se usa para advertir a los conductores para iniciar su marcha o detenerla en función de la fase; lo que vendría a ser la suma del tiempo correspondiente al color amarillo o ámbar y el periodo de todo rojo.

$$y = \left( t + \frac{v}{2a} \right) + \left( \frac{w + l}{v} \right)$$

Donde  $y$  representa el intervalo de cambio de fase,  $t$  es el tiempo que el conductor percibe y reacciona en función de la señal, este tiempo generalmente se toma como media 1 segundo.

$v$  es la velocidad a la que circulan los vehículos, se puede tomar la velocidad promedio o la velocidad límite que existe, o el percentil 85 de las velocidades en ese punto (en m/s) y  $a$  es el valor de la desaceleración de los vehículos que llegan a la intersección. Por análisis estadísticas se toma como referencia un valor de  $3.05\text{m/seg}^2$ .

$w + l$  representa la suma del ancho de la intersección y la longitud del vehículo. Según recomendaciones de la HCM, se puede asumir un valor de  $l$  igual a  $6.10\text{ m}$ .

### 5.2.3 Longitud de Ciclo

La segunda parte involucra el cálculo de la longitud de ciclo, es decir, todo el tiempo que demora un semáforo en cambiar todos sus estados, rojo, amarillo o ámbar y verde.

Webster hizo una serie de observaciones y ensayos, determinando que la demora mínima de los vehículos se conseguía con un tiempo de ciclo efectivo u óptimo.

Para determinar aquel ciclo óptimo se usará la siguiente ecuación:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i}$$

Donde  $L$  es el tiempo que se pierde en total por un ciclo.

$Y_i$  es la relación máxima que existe entre el flujo actual y el flujo de saturación que previamente fue calculado. Está en función de las fases  $i$ , junto con  $\phi$  que representa el número total de fases.

Webster nos da una referencia de un valor óptimo de longitud de ciclo de:

$$0.75 \text{ ciclo } \acute{o}ptimo \geq \text{longitud de ciclo} \leq 1.5 \text{ ciclo } \acute{o}ptimo$$

Siguiendo esta recomendación se excedería hasta solo un máximo de 20% respecto del valor de la demora mínima.

#### 5.2.3.1 Factor de Ajuste por Presencia de Vehículos Pesados

Para proseguir con el cálculo se tiene que hacer mención que la existencia de vehículos pesados, peatones, vehículos menores, giros a la izquierda y derecha alteran el comportamiento ideal de un flujo de vehículos uniformes, con intervalos regulares y altas tasas de flujo. Por tal motivo, se tienen que hacer uso de factores de corrección o ajuste.

Para tal propósito se usará la siguiente ecuación:

$$f_{vp} = \frac{100}{100 + P_c(E_c - 1) + P_b(E_b - 1) + P_r(E_r - 1)}$$

Donde:

$f_{vp}$  es el factor de ajuste por presencia de vehículos pesados.

$P_c$ ,  $P_b$  y  $P_r$  representan los porcentajes de vehículos de tipología camión, bus o autobús y vehículo recreativo respectivamente.

$E_c$ ,  $E_b$  y  $E_r$  representan la equivalente de la cantidad de vehículos hacia un camión, bus o autobús y vehículo recreativo respectivamente.

Para la presente tesis se consideraron los siguientes factores de conversión.

**Tabla 23.**

*Factores de conversión*

<b>Livianos</b>	<b>Combi</b>	<b>Micro</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión Pequeño</b>	<b>Camión</b>	<b>Tráiler</b>	<b>Menor</b>
1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3

Los cuales son valores recomendados por la MTC con el fin de dar uniformidad al criterio de vehículos equivalentes para distintas tipologías de vehículos propios de nuestro entorno.

### **5.2.3.2 Flujos de Automóviles Directos**

Los siguientes factores que se involucran en el diseño de semáforos son los volúmenes horarios mixtos que nos permitirán obtener el valor de flujos de automóviles directos (que no toman maniobras de dar vuelta)

$$qade = \frac{VHMD}{FHMD} \left( \frac{1}{fvp} \right) Ev$$

Donde  $Ev$  es un factor que trata de medir el impacto de aquellos vehículos que se dan la vuelta con respecto a aquellos que toman la ruta directa; Cal y Mayor & James Cárdenas en su libro de Ingeniería de tránsito Fundamentos y aplicaciones sugiere los siguientes valores.

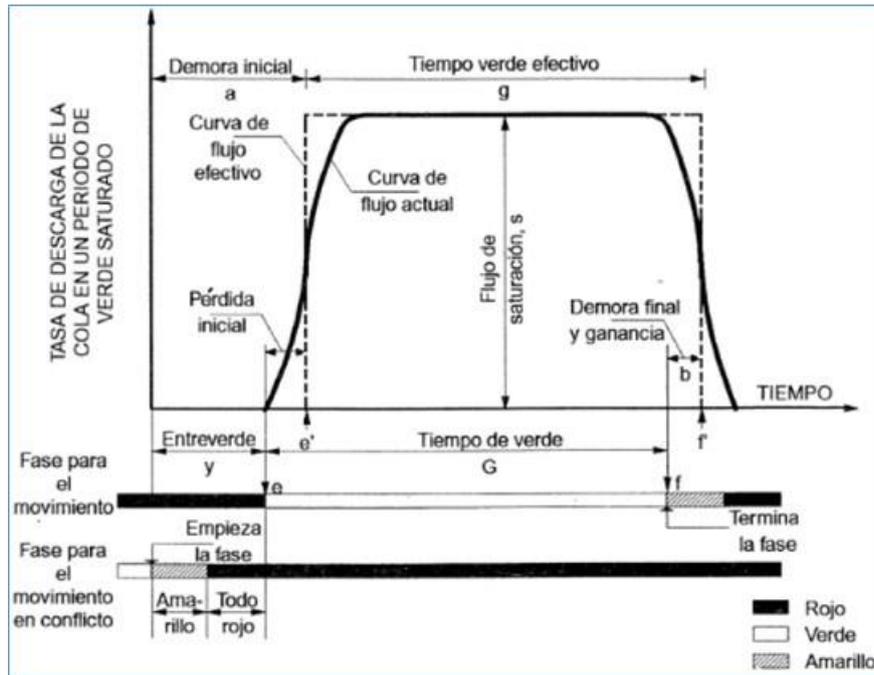
$$1.4 \leq Ev \leq 1.6 \text{ Para vueltas hacia la izquierda}$$

$$1.0 \leq Ev \leq 1.4 \text{ Para vueltas hacia la derecha}$$

E igualmente sugiere que para el diseño de semáforos se use un valor de FHMD de 0.95.

### **5.2.3.3 Modelo Básico del Flujo de Saturación**

Dentro de los diversos autores que estudiaron las relaciones del flujo de saturación con respecto al ciclo de un semáforo, es Akcelik Rahmi quien propuso un modelo donde el flujo de saturación es el máximo valor de tasa cuando la luz del semáforo es de pase o verde y los vehículos ya alcanzaron su velocidad final de paso. En la siguiente imagen podemos observar que el punto más alto de la curva, representa una pérdida inicial (ubicada entre  $e$  a  $e'$ ) que indica el tiempo de reacción, el instante de aceleración al término de un intervalo de todo rojo o ámbar, seguido de un punto álgido de tasa de descarga uniforme por toda la etapa de color verde, hasta llegar a una demora final ( $f$  a  $f'$ ), que inicia cuando la luz del semáforo indica ámbar o amarillo, finalizando con el ciclo, y reiniciando.



**Figura 80.** Ejemplificación gráfica del modelo básico del flujo de saturación.  
**Fuente.** Extraído de Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis, Research Report (Akçelik, 1981)

Este modelo considera además las líneas entre puntadas en función de un rectángulo equivalente, cuya área representa la cantidad total de vehículos que logran hacer uso del derecho de paso en una intersección con semáforo.

Así, este modelo nos expresa que el verde efectivo  $g$  será:

$$gi = Gi + ff' - ee'$$

Donde  $Gi$  es el periodo de verde total,  $ff'$  y  $ee'$  son la pérdida inicial y ganancia final respectivamente.

Además, en el gráfico podemos encontrar otras relaciones como:

$$a = yi + ee' \text{ (Demora inicial)}$$

$$b = ff' \text{ (Demora final)}$$

Si sumamos ambas demoras obtenemos el tiempo perdido por fase:

$$li = a - b$$

Si consideramos como la gran mayoría de semáforos de Arequipa e igualamos el intervalo de cambio de fase ( $y$ ) con la duración del intervalo de ámbar o amarillo  $A$ , tenemos:

$$yi = Ai$$

Podemos llegar a estas otras relaciones:

$$li = Gi + Ai - gi$$

$$gi = Gi \text{ (Si pérdida inicial es igual a ganancia final)}$$

$$li = yi = Ai$$

Además, el autor de este modelo, nos ofrece la siguiente ecuación para determinar el tiempo perdido total por ciclo  $L$ :

$$L = \left( \sum_{i=1}^{\varphi} l_i \right) + TR$$

Donde  $TR$  es el valor de Todo rojo.

Para hallar la demora total mínima de la intersección, el valor de verde efectivo total  $g_t$  debe repartirse entre todas las fases que intervienen en función del valor de  $y_i$  con la siguiente relación:

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} (g_T)$$

Obteniendo así finalmente:

$$G_i = g_i + l_i - A_i \text{ (Tiempo verde real)}$$

### 5.3 APLICACIÓN MANUAL DEL ÓVALO RAMÓN CASTILLA

Para la evaluación y la determinación de tiempos óptimos de los semáforos en el Óvalo Ramón Castilla se ha realizado el cálculo manual con el soporte teórico de los conceptos previamente presentados.

Para la obtención del intervalo de cambio de fase tenemos:



**Figura 81.** VHMD para el periodo de hora punta de 7:00 am. - 9:00 am.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Los valores de azul representan los automóviles directos equivalentes, dado que en el formato de aforo ya se hizo la conversión por tipología de vehículos.

Para el cálculo de la longitud de los intervalos de cambio ( $y_i$ ) se ha considerado el valor promedio de la velocidad (velocidad media espacial).

**Tabla 24.**

*Cálculo de la longitud de intervalos*

07:00-09:00 am		Ramón Castilla	Cuzco	Alfonso Ugarte	Puente Chilina
T	seg	1.00	1.00	1.00	1.00
v	km/hor	54.18	68.27	36.59	62.89
v	m/seg	15.05	18.96	10.16	17.47
a	m/seg <sup>2</sup>	3.05	3.05	3.05	3.05
W	m	25.00	15.00	35.00	25.00
L	m	6.10	6.10	6.10	6.10

$$\text{INTERVALO DE CAMBIO DE FASE} \leftarrow y = \left( t + \frac{v}{2a} \right) + \left( \frac{w+l}{v} \right)$$

↓ ↓  
 ÁMBAR                      TODO ROJO

Ámbar	seg	3.47	4.11	2.67	3.86
Ámbar	seg	4	5	3	4
Todo Rojo	seg	2.07	1.11	4.04	1.78
Todo Rojo	seg	3	2	5	2
Intervalo de cambio de fase (y)	seg	7	7	8	6

*Fuente:* Elaboración propia

Sin embargo, tenemos que diferenciar por fases, siendo la fase 1 que involucra la Av. Cuzco y Alfonso Ugarte y la fase 2 que involucra la Av. Ramón Castilla y el Puente Chilina. Se escoge el mayor valor.

Así tenemos:

**Tabla 25.***Ámbar, todo rojo e intervalos de fase*

07:00-09:00 am		FASE	
		1	2
Ámbar	seg	3	4
Todo Rojo	seg	5	3
Intervalo de cambio de fase (y)	seg	8	7

*Fuente:* Elaboración propia

Obtenemos así el tiempo perdido por fase y por ciclo.

**Tabla 26.***Tiempo perdido por fase y total por ciclo*

$li = yi = Ai$			
Tiempo perdido por fase (l)	seg	3	4
$L = \left( \sum_{i=1}^{\varphi} li \right) + TR$			
Tiempo perdido total por ciclo (L)	seg	15	

*Fuente:* Elaboración propia

De igual forma, ahora se calcula  $Y_i$  que es la máxima relación de flujo que se obtuvo en el flujograma de ADE con el flujo de saturación. Que luego nos permitirá hallar los tiempos verdes totales, efectivo por fases y real.

**Tabla 27.**

*Tiempos verde efectivos, por fases y reales*

07:00-09:00am		FASE	
		1	2
$q_{m\acute{a}x}$	veh	753	634
$s$	veh	1800	1800
		$Y_{Fase\ 1} = \frac{q_1\ m\acute{a}x}{s} \quad Y_{Fase\ 2} = \frac{q_2\ m\acute{a}x}{s}$	
$Y$		0.418	0.352
$\Sigma$		0.771	
$Co = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Yi}$			
$Co$	seg	120	
Tiempo verde efectivo total (gt)	seg	105	
$gi = \frac{Yi}{\sum_{i=1}^{\phi} Yi} (g_T)$			
Tiempo verde efectivo por fases (gi)	seg	57	48
$Gi = gi + li - Ai$			
Tiempos verdes reales (Gi)	seg	57	48

## 5.4 RESULTADOS

Después del modelado que se tuvo de la línea base es que se procede a modelar con los nuevos tiempos obtenidos de manera manual para los semáforos existentes, de tal modo que la intersección de análisis de esta tesis, pueda cumplir con las normas principales de la vía, seguridad y comodidad.

En base a eso se pudo disminuir los niveles de servicio encontrados para el punto de análisis.



**Figura 82.** Simulación después de la propuesta de semaforización.  
**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

Como se puede ver en la siguiente imagen según la intersección de análisis que tiene el nivel máximo de servicio que se obtiene es de B, el cual nos indica que tienen una funcionalidad adecuada con los tiempos propuestos para esta vía, la solución definitiva es el cambio de dos sentidos en la parte superior de la vía Alfonso Ugarte, la cual disminuye en gran manera la saturación vehicular y da niveles de servicios adecuados para esta zona.

En la siguiente imagen se muestra como el modelado del programa con los datos de los semáforos calculados manualmente, nos arrojan niveles de servicios y ratios bajos dando a conocer la buena funcionalidad que se dará a largo plazo

**Tabla 28.**

*Nuevos niveles de servicio*

Modelo Actual	Nivel de Servicio del Acceso	Nivel de servicio Intersección	Grado de Saturación	Ciclo semafórico	Demora de la intersección
Av. Cuzco	B	B	0.33	120	155.3
Av. Ramón Castilla	C	U	0.35	U	U
Puente Chilina	C	U	0.35	U	U
Av. Alfonso Ugarte	B	B	0.47	120	182.3

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

TIMING SETTINGS	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER	PED	HOLD
◦ Lanes and Sharing (#RL)	↑↑							
> Traffic Volume (vph)	748	0	0	0	0	391		
> Future Volume (vph)	748	0	0	0	0	391	0	0
> Turn Type						Prot		
> Protected Phases	4					5		
> Permitted Phases						5		
> Permitted Flashing Yellow								
> Detector Phases	4					5		
> Switch Phase	0					0		
◦ Leading Detector (m)	0.0					2.0		
◦ Trailing Detector (m)	0.0					0.0		
> Minimum Initial (s)	5.0					5.0		
> Minimum Split (s)	23.0					10.0		
> Total Split (s)	23.0					17.0		
> Yellow Time (s)	2.0					2.0		
> All-Red Time (s)	3.0					3.0		
> Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0	0.0	0.0		
> Lagging Phase?								
> Allow Lead/Lag Optimize?								
> Recall Mode	Max					Max		
> Speed limit (km/h)	50			50	50			
> Actuated Effct. Green (s)	18.0					12.0		
> Actuated g/C Ratio	0.45					0.30		
> Volume to Capacity Ratio	0.50					0.72		
> Control Delay (s)	9.2					18.4		
> Queue Delay (s)	0.0					0.0		
> Total Delay (s)	9.2					18.4		
> Level of Service	A					B		
> Approach Delay (s)	9.2				18.4			
> Approach LDS	A				B			
> Queue Length 50th (m)	4.5					4.0		
> Queue Length 95th (m)	7.2					#12.7		
> Stops (vph)	476					220		
> Fuel Used (l/hr)	18					13		

Figura 83. Ciclos de semáforos y resultados de Synchro.

En las siguientes imágenes se muestran los modelamientos que se realizaron para la zona en función de la semaforización nueva proyectada y el sistema de señales verticales, la información obtenida y de acuerdo con el modelo presentado se da a conocer el buen comportamiento de la propuesta en cuestión.



Figura 84. Simulación en el Óvalo Ramón Castilla.  
Fuente: Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)



**Figura 85.** Isométrico de simulación de la intersección Ramón Castilla y Av. Arequipa.

**Fuente:** Elaboración propia con ayuda de Google Maps (Google, 2022)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- El aforo manual realizado en el óvalo, nos permite conocer con mejor detalle el grado de población vehicular que usan estas vías en el día a día. Además de conocer con precisión la cantidad de vehículos para cada una de las vías estudio, el siguiente análisis de flujo vehicular donde se considera la cantidad de vehículos mixtos transformados.

	VHMD	Q (VEH)	FHMD
PUENTE CHILINA	759	234	0.87
AV CUSCO	651	169	0.96
RAMON CASTILLA	570	164	0.97
ALFONSO UGARTE	881	284	0.91

- El estudio de tránsito de la intersección del óvalo de Cayma, según los dispositivos de control que se tiene actualmente, y el grado de saturación, nos demuestra que sus niveles de servicio en horas punta son los siguientes:

ÍTEM	VÍAS A INTERVENIR	NIVEL DE SERVICIO
1.00	Av. Cuzco	B
2.00	Ramón Castilla	D
3.00	Alfonso Ugarte	C
4.00	Puente Chilina	B

- Los resultados obtenidos con el software Synchro 8, nos confirman los bajos niveles de servicio actuales que ofrecen las calles aferentes a la intersección, siendo uno de los motivos principales mala optimización de los tiempos de verde y rojo de los semáforos existentes y una mala distribución de la red vial entre la Av. Alfonso Ugarte y la Av. Arequipa, que generan embotellamientos en las horas de mayor frecuencia u horas punta.
- Los dispositivos de control que se tienen en la intersección, actualmente no son los óptimos, dado que, tras el modelamiento de la vía en el software Synchro, gracias a la información recabada con el aforo manual, se observaron que los niveles de servicio actuales son muy bajos, razón por la que se ha evidenciado diferentes problemas viales, desde atascamientos y

embotellamientos; por tal motivo, se propone una actualización de los tiempos de color de los semáforos existentes a:

Fase 1 (Av. Cusco – Av. Alfonso Ugarte) con tiempo de ciclo: 120 segundos

Tiempo verde: 57s.

Tiempo ámbar: 3s.

Tiempo rojo: 60s.

Fase 2 (Puente Chilina – Av. Ramón Castilla) con tiempo de ciclo: 120 segundos.

Tiempo verde: 48s.

Tiempo ámbar: 3s.

Tiempo rojo: 69s.

Con estos tiempos actualizados, que consideran un tráfico futuro proyectado hasta el 2031, los niveles de servicio alcanzarán valores entre A y B, lo que representará una solución económica para la congestión vehicular de la vía del óvalo sector Cayma del Puente Chilina y sus calles inmediatas derivadas.

- Es necesario la implementación de señalética vertical de “PARE”, además del cambio de sentido de la vía Alfonso Ugarte en la primera intersección con la Av. Arequipa, la cual disminuirá la saturación vehicular en horas punta sin la necesidad de colocar un dispositivo de control, además de contar con disipadores de velocidad, dado que esta zona presenta una alta circulación peatonal.

## RECOMENDACIONES

- Para enriquecer el estudio referente al Óvalo Ramón Castilla, se recomienda hacer un estudio de tráfico considerando un modelo micro, lo cual conllevaría a desarrollar con mayor eficiencia una propuesta para mejorar los niveles de servicio de las vías relacionadas.
- Se recomienda hacer un análisis más integral que involucre todas las avenidas secundarias e incluso terciarias que se conectan en el óvalo, para poder determinar así una propuesta que mejore la transitabilidad a nivel global, dado que es uno de los puntos de acceso entre los distritos más importantes de nuestra ciudad, Alto Selva Alegre y Cayma.
- Se recomienda evaluar el uso de semáforos sincronizados entre distintos puntos a lo largo de las vías que conecta el óvalo, así como ver la posibilidad de usar semáforos programados, los cuales serían configurados en función de la hora del día, cambiando su longitud o ciclo, tiempos de verde, rojo, y demás, en función de la masa vehicular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKÇELIK, R. Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis. Research Report ARR, 123 pp. 1981.
- BULL, A. Congestión de tránsito: el problema y cómo enfrentarlo. Editorial GTZ, 2007. ISBN 92-1-322162-2.
- CAL, R., REYES, M., & CÁRDENAS, J. Ingeniería de Tránsito- Fundamentos y Aplicaciones. 7.<sup>a</sup> ed. México: Editorial Alfaomega, 1994. ISBN: 1970-12-1003-4.
- CÁRDENAS, J. Diseño Geométrico de Carreteras 2.<sup>a</sup> ed. Bogotá: ECOE Ediciones , 2013. 544 pp.
- CHÁVEZ, V. Manual de diseño geométrico de vías urbanas. Lima: VCHI S.A. 2005.
- CONDORI, R. Aumentan las horas punta. La República. Arequipa, 2019. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/1273810-aumentan-horas-punta/>
- CUMPA, D. Criterios para el planeamiento de la ciudad de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, 157 pp. 2002. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1335/ICI\\_081.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1335/ICI_081.pdf)
- DEFENSORÍA DEL PUEBLO. Supervisión de las condiciones de infraestructura vial en puntos críticos de accidentes de tránsito en la ciudad de Arequipa. 2022, 133 pp. Disponible en: <http://www.defensoria.gob.pe>
- ENRIQUE, J. Mercados & Regiones. Evolución del parque automotor en Arequipa en los últimos cinco años - Mercados y Regiones. 2018. Disponible en: <https://mercadosyregiones.com/2018/02/01/evolucion-del-parque-automotor-en-arequipa-en-los-ultimos-cinco-anos/>
- FERNÁNDEZ, R. Elementos de la teoría del tráfico vehicular, 1.<sup>a</sup> ed. Lima: Fondo Editorial, 2011. 216 pp. ISBN: 978-9972-42-953-8.
- FERNÁNDEZ, R. Temas de ingeniería y gestión de tránsito. Lima: Ril editores. 2014
- GOOGLE. (2022). Google Maps. Mapa de Arequipa. Disponible en: <https://www.google.com/maps/@-16.3971072,-71.532544,14z>
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., & MENDOZA, C. P. Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. Editorial Mc Graw Hill. 2018.
- HERNÁNDEZ, J. Los Accidentes de Tránsito: Manual Básico de Investigación de Hechos de Tránsito. 1.<sup>a</sup> ed. Editorial Flores. 2014.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Editorial El Peruano. 2008
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Editorial El Peruano. 2018

- POSADA, C. Comercio Exterior. Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar. 2018. 24-26 pp. Disponible en: [https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r816\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r816_3/comercio%20exterior.pdf)
- RADIO Programas del Perú. Joven muere en accidente de tránsito en el Puente Chilina. 2016. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/arequipa/joven-muere-en-accidente-de-tránsito-en-el-puente-chilina-noticia-948730>
- RUIZ, J. Propuesta de un plan de desvíos para mejoramiento de Av. Sánchez Cerro usando Synchro 8.0. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Piura: Universidad de Piura. 2018. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3449/TSP\\_ICI\\_009\\_REST.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3449/TSP_ICI_009_REST.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- SERCAN, A. & ERGÜN, M. Efficiency analysis of the dynamic traffic control for an urban highway. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2015. 1(52), 9.
- TRAFFICWARE. Synchro Estudio 8 Guía del usuario. Editorial Trafficware, Ltd. 2011. Disponible en: <https://library.co/document/qv970mgy-espanol-synchro-studio-8-user-guide.html>
- VERA, F. Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima. Tesis(Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012

# ANEXOS

## Anexo A. Mapeo

### Intervención de zonas



## Anexo B. Estudio de Trafico – Aforo Vehicular

Se realizó el aforo vehicular manual por un periodo de 5 días, de los cuales se observaron que las horas que representan mayores volúmenes vehiculares son por la mañana de 7:00 am. a 9:00 am., al mediodía de 12:00 pm. a 2:00 pm. y en la noche desde las 6:00 pm hasta 8:00 pm. Por lo tanto, será nuestros intervalos de interés para el presente estudio.

Originalmente se dispuso el uso de las cámaras de la Municipalidad de Cayma y Selva Alegre para lograr un mayor registro de datos, sin embargo, ambas entidades públicas indicaron que no tenían los recursos suficientes para deslindarse de algunas cámaras para uso de aforo vehicular, esto debido a la situación coyuntural en la que nos encontramos, la pandemia del COVID-19, que ha mermado enormemente los recursos de las municipalidades y su distribución.

### DIA 1

HORA 7:00 am. – 9:00 am.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	61	5	0	1	0	0	0	3	72
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	66	0	0	0	1	0	0	4	69
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	61	4	1	0	1	1	0	0	74
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	76	0	0	0	2	0	0	1	80
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	102	0	0	0	1	0	0	1	104
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	54	2	0	0	0	0	0	0	57
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	70	2	0	0	2	0	0	1	77
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	45	0	0	0	3	1	0	2	54
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	3	0	0	0	0	0	3	15
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	17	3	0	0	0	2	0	3	27
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	13	3	0	0	1	0	0	2	20
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	2	0	0	0	0	0	10	14
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	2	0	0	0	0	0	1	13
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	9	1	0	0	0	1	0	0	13
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	5	1	0	0	0	0	0	2	7
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	9	1	0	1	2	0	0	6	19
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	49	2	0	0	0	0	0	0	52
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	30	0	0	1	0	0	0	5	34
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	62	5	0	2	1	0	0	2	77
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	79	5	0	0	1	0	0	6	90
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	79	2	1	1	0	0	0	2	87

08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	43	2	0	1	2	0	0	3	53
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	49	7	0	1	1	0	0	1	64
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	41	4	0	0	5	0	0	0	57
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	19	5	6	0	2	0	0	1	43
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	22	5	5	0	1	0	1	1	45
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	19	2	2	0	3	1	0	5	36
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	28	2	3	0	0	0	0	3	38
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	19	5	3	0	2	1	0	2	40
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	22	3	6	0	3	0	1	1	48
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	22	4	3	0	3	1	0	1	43
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	28	2	4	0	1	0	0	2	42
07:00	07:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	64	3	4	0	4	0	0	6	86
07:15	07:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	56	4	3	0	2	1	0	6	76
07:30	07:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	80	2	2	0	7	0	0	8	103
07:45	08:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	86	4	2	0	4	2	3	4	119
08:00	08:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	91	2	2	0	6	0	1	12	117
08:15	08:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	97	3	2	0	5	1	2	9	127
08:30	08:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	100	3	2	0	10	2	0	6	135
08:45	09:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	97	4	4	0	8	4	0	7	139
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	0	2	0	2	3	0	2	16
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	4	0	1	0	0	0	1	9
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	1	0	1	0	0	0	0	1	3
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	1	1	0	0	0	0	0	8
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	10	1	2	0	1	0	0	2	18
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	3	0	1	0	0	0	0	9
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	12	1	1	0	0	0	2	0	22
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	2	2	0	2	0	1	0	14
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	3	0	0	0	2	0	1	1	10
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	1	3	0	0	0	0	1	0	9
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	12	3	0	0	1	0	0	0	19
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	13	3	1	1	1	1	2	2	33
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	1	1	0	2	0	0	2	12
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	16	3	2	0	1	0	1	3	30

08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	0	2	0	0	0	0	0	8
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	6	1	1	0	1	0	0	1	12
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	2	0	1	0	0	0	6
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	11	3	2	0	1	0	1	1	25
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	7	2	0	0	0	3	0	31
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	11	3	1	0	1	0	0	0	20
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	1	0	2	0	1	1	9
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	1	0	0	0	0	1	2	12
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	1	2	0	2	0	0	2	17
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	4	1	0	0	2	0	0	0	10
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	14	0	0	0	0	0	1	2	18
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	67	7	2	0	2	0	2	6	93
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	56	3	2	0	0	0	4	3	77
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	71	3	2	0	1	0	7	7	105
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	88	3	2	0	0	2	2	11	111
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	75	0	2	0	2	1	8	7	112
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	92	3	2	0	1	0	3	7	114
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	92	6	1	1	1	0	5	10	126
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	5	1	2	0	1	0	0	3	13
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	8	3	2	0	1	0	0	0	19
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	1	2	3	0	0	1	0	0	13
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	13	5	5	0	0	0	0	3	31
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	35	1	0	0	3	0	0	1	43
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	27	7	2	2	1	0	0	1	49
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	16	3	2	0	2	0	0	1	29
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	14	2	3	0	3	0	0	1	29
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	17	3	0	0	2	0	0	2	26
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	52	1	0	0	4	0	0	4	63
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	52	11	3	0	4	0	0	4	84
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	90	3	1	0	2	2	0	5	107
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	113	7	4	0	2	0	1	1	139
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	104	1	0	0	1	0	0	3	108
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	113	7	0	0	6	1	0	5	140

08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	81	6	1	0	6	0	0	8	106
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	3	1	0	0	0	0	0	2	5
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	3	0	1	1	2	0	0	0	12
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	7	1	0	0	2	0	0	2	13
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	2	1	0	0	0	0	3	6
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	18	2	2	0	0	1	0	1	28
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	16	0	0	0	0	0	0	1	16
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	15	2	1	0	2	0	0	1	24
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	18	2	1	0	2	0	0	1	27

HORA 12:00 pm. – 2:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	67	6	2	0	0	0	4	81.2
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	71	5	2	0	2	0	3	87.4
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	72	4	1	0	1	0	2	82.6
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	75	1	0	0	3	0	2	83.1
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	98	3	2	0	2	0	2	111.1
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	59	4	0	0	0	0	5	66.5
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	76	0	3	0	4	0	2	90.6
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	56	1	2	1	4	0	6	73.8
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	21	2	0	0	2	0	2	28.6
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	16	1	2	0	2	0	3	26.4
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	14	4	2	0	0	1	2	27.6
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	2	0	0	0	0	1	10.3
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	0	2	0	0	0	0	12
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	0	2	0	0	0	1	12.3
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	5	1	1	0	1	0	2	11.1
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	6	1	2	0	2	0	1	15.8
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	58	3	1	0	0	1	3	67.9
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	35	4	2	0	2	0	2	49.6
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	56	9	1	0	2	0	9	78.2
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	87	5	2	0	3	0	11	107.8
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	78	2	0	0	3	0	5	88.5

01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	52	1	1	0	2	0	0	6	61.3
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	61	8	1	0	5	0	0	5	86.5
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	47	6	1	0	7	0	0	1	72.3
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	35	3	5	0	2	0	0	1	53.8
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	23	4	3	0	2	0	0	1	39.3
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	21	5	3	1	3	0	0	1	43.3
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	33	1	4	0	4	0	0	2	51.1
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	16	5	3	0	2	0	0	2	34.1
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	27	4	4	0	3	0	0	2	47.6
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	14	4	3	0	3	0	0	2	32.6
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	9	1	3	0	2	0	0	4	21.7
12:00	12:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	65	5	2	0	1	1	1	5	85.5
12:15	12:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	60	5	3	0	2	0	0	2	78.1
12:30	12:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	51	2	0	0	1	0	0	3	56.9
12:45	01:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	91	6	2	0	2	0	0	4	109.2
01:00	01:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	65	5	1	0	3	0	0	5	82
01:15	01:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	90	6	3	0	5	0	0	6	116.8
01:30	01:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	39	5	1	0	3	0	1	3	58.4
01:45	02:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	66	6	3	0	3	1	1	3	93.4
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	5	0	2	0	2	0	0	0	13
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	10	4	1	0	0	1	0	2	21.1
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	2	2	0	1	0	0	0	11
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	1	0	0	1	0	0	2	7.1
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	1	0	0	1	0	0	0	3.5
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	6	1	2	0	1	1	0	2	16.6
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	0	2	0	1	0	0	0	10
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	3	0	0	0	0	0	1	6.8
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	42	2	2	0	0	0	0	6	50.8
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	31	6	0	0	4	0	0	6	49.8
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	23	4	2	0	3	0	0	5	40.5
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	56	6	0	0	4	0	0	9	75.7



12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	89	4	3	0	4	0	0	7	111.1
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	98	2	2	0	0	0	0	9	107.7
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	102	6	1	0	5	0	0	4	124.2
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	107	4	3	0	1	0	0	9	123.7
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	98	4	2	0	0	0	0	8	110.4
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	110	4	2	0	1	1	0	11	127.8
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	13	3	2	0	2	0	0	3	26.4
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	3	0	0	1	0	0	2	16.1
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	8	2	2	0	2	0	0	3	19.9
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	16	2	2	0	1	2	0	2	30.6
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	25	0	3	0	1	0	0	1	33.3
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	25	3	2	0	5	2	0	1	48.8
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	17	3	1	0	3	0	0	2	30.1
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	1	2	0	2	0	0	3	24.4

HORA 6:00 pm. – 8:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	71	1	1	0	4	0	0	82.5
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	73	0	2	0	1	0	1	79.3
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	47	4	0	0	0	0	1	53.3
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	65	4	0	0	1	0	4	74.2
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	47	4	1	0	0	0	2	55.6
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	52	5	0	0	1	1	3	64.9
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	41	1	0	0	2	0	5	48
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	44	1	0	0	1	1	4	51.2
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	0	3	0	0	1	0	0	6.5
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	11	3	1	0	2	0	2	22.1
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	0	2	2	0	1	0	2	9.6
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	3	0	0	2	0	0	15.5
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	3	0	0	1	0	2	17.1
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	2	1	0	1	0	0	15

07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	9	0	2	0	2	0	0	1	17.3
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	12	4	1	0	2	0	0	1	24.3
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	79	2	1	0	4	1	1	0	97.5
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	70	0	2	0	0	0	0	1	74.3
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	66	5	1	0	1	1	0	9	82.7
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	124	5	0	0	4	0	0	9	142.2
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	84	5	1	0	6	0	0	4	106.7
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	84	0	1	0	3	0	0	8	94.4
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	87	8	2	0	3	0	0	8	111.4
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	81	3	1	0	4	0	0	4	96.7
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	27	1	3	0	2	0	0	2	39.1
06:15	06:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	18	3	4	0	0	0	0	1	30.8
06:30	06:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	7	4	0	0	1	0	1	0	18
06:45	07:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	0	1	0	6	0	0	1	39.3
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	17	1	3	0	3	0	0	2	31.1
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	17	3	2	0	0	0	0	1	25.8
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	8	4	3	0	1	2	0	3	27.9
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	13	2	2	0	3	1	0	2	29.1
06:00	06:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	80	8	4	0	2	1	0	2	107.1
06:15	06:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	76	10	1	0	2	0	0	1	97.3
06:30	06:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	32	2	2	0	2	0	0	3	43.9
06:45	07:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	82	6	2	0	3	0	0	4	102.2
07:00	07:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	55	9	2	0	5	1	0	3	85.9
07:15	07:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	77	7	3	0	5	0	0	10	106.5
07:30	07:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	49	10	1	0	2	0	0	3	70.9
07:45	08:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	47	7	1	0	3	0	0	4	66.7
06:00	06:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	15	3	0	0	0	0	0	1	19.8
06:15	06:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	5	0	2	0	0	0	0	1	9.3
06:30	06:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	7	3	1	0	0	1	0	0	16
06:45	07:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	8	3	1	0	0	1	0	2	17.6
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	3	2	0	0	0	0	2	11.1
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	0	1	0	0	0	0	0	5
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	1	1	2	0	1	0	1	0	11.5

07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	1	0	0	0	0	0	3	6.4
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	74	1	0	0	0	1	0	10	81
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	50	5	1	0	1	1	0	8	66.4
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	48	6	0	0	4	0	0	8	67.4
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	128	4	3	0	2	1	0	18	151.9
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	90	1	0	0	2	0	0	15	100
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	105	1	2	0	4	1	0	9	123.7
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	109	3	0	0	2	0	0	17	122.6
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	91	1	1	0	3	0	0	17	105.6
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	0	1	0	0	0	0	2	2.6
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	2	0	0	1	0	0	1	9.3
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	1	2	0	0	0	0	1	5.8
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	2	0	2	0	2	0	0	0	10
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	3	2	0	0	0	0	0	2	6.6
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	0	2	0	2	0	0	1	12.3
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	1	0	0	1	0	0	2	12.1
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	1	0	0	2	0	0	2	6.1
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	2	3	0	0	0	0	0	1	6.8
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	1	0	0	1	0	0	0	3.5
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	11	1	1	0	0	0	0	0	14.5
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	0	1	0	1	0	0	4	12.2
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	9	0	0	0	1	0	0	1	11.3
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	0	0	0	0	0	3	0.9
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	9	3	0	0	2	0	0	1	17.8
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	3	2	0	1	0	0	0	13.5
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	32	4	4	0	0	0	0	3	46.9
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	38	5	3	0	1	0	0	3	54.4

06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	21	5	2	0	0	0	0	4	33.7
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	29	2	2	0	2	0	0	0	40
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	32	4	2	0	4	0	0	5	51.5
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	43	5	2	0	2	0	0	0	58.5
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	4	4	2	0	1	0	0	1	16.3
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	8	2	2	0	1	0	0	4	18.2
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	28	1	0	0	5	0	0	5	41
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	43	3	1	0	3	0	0	3	56.4
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	45	3	0	0	3	0	0	4	56.7
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	109	4	2	0	5	2	0	6	135.8
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	139	6	2	0	9	0	0	9	172.7
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	147	8	5	0	8	0	0	1	185.3
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	51	2	2	0	1	0	0	1	60.3
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	56	4	0	0	2	0	0	2	66.6
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	13	1	0	0	0	0	0	3	15.4
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	8	1	1	0	1	1	0	4	17.2
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	4	3	2	0	2	1	0	2	19.6
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	29	5	2	0	2	0	0	2	45.1
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	56	4	2	0	3	0	0	2	72.6
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	39	12	2	0	6	0	0	0	73
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	18	0	0	0	3	0	0	0	24
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	18	6	0	0	0	0	0	2	27.6

DIA 2

HORA 7:00 am. – 9:00 am.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	62	5	0	0	0	0	6	71
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	61	1	0	0	1	0	4	66
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	58	4	0	0	2	0	0	69
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	79	2	0	0	0	0	4	83
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	101	0	0	1	2	0	1	111
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	62	4	0	0	1	1	0	73



07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	8	3	0	0	1	0	0	1	15
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	3	0	1	0	2	0	0	12
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	0	0	0	0	0	0	2	3
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	11	3	0	0	0	0	0	3	16
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	0	0	0	0	0	0	5	5
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	6	0	0	0	0	0	1	9
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	0	0	0	1	0	0	3	7
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	5	0	0	0	0	0	3	12
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	1	0	1	0	2	0	2	10
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	4	0	0	1	0	0	3	13
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	13	2	0	1	1	2	0	0	26
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	7	2	0	0	2	0	0	5	16
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	4	0	0	1	0	0	5	10
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	9	3	0	1	0	1	0	3	19
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	1	0	0	2	0	0	0	14
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	2	1	0	0	0	2	0	0	9
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	1	0	1	0	0	0	3	5
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	10	6	0	0	0	0	0	3	20
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	15	7	0	0	0	0	0	1	26
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	8	5	1	0	2	0	0	3	22
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	4	2	0	1	3	0	0	0	16
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	0	0	0	2	0	0	3	11
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	0	0	1	2	0	0	1	13
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	3	0	0	2	0	0	0	9
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	13	0	1	0	1	0	0	1	17
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	61	7	0	0	0	0	1	8	77
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	62	6	0	0	3	0	0	5	79
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	64	5	0	1	0	0	0	10	77
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	81	5	0	0	1	2	0	11	99
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	81	0	0	1	1	1	0	9	91

08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	93	3	0	0	0	0	0	8	100
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	93	5	0	0	0	0	0	11	104
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	11	2	0	0	3	1	0	2	23
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	13	6	0	1	3	0	0	0	31
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	0	1	0	1	1	0	0	1	6
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	14	7	0	1	0	2	0	3	33
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	40	3	0	0	0	0	0	0	45
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	31	8	0	0	3	2	0	1	54
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	12	6	0	0	0	0	0	1	21
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	11	3	0	0	0	0	0	1	16
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	14	3	0	0	3	0	0	3	25
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	53	0	0	0	2	0	0	3	58
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	55	12	0	1	0	2	0	7	83
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	94	2	0	0	0	0	0	7	99
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	114	9	0	0	0	0	0	1	128
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	108	0	0	1	0	0	0	4	112
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	107	9	0	0	1	0	0	7	125
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	88	6	0	1	1	0	0	10	105
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	4	2	0	0	3	0	0	2	14
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	2	1	0	0	1	0	0	2	6
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	8	2	0	0	0	2	0	2	17
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	3	0	0	0	0	0	4	6
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	21	4	0	0	0	0	0	3	28
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	1	0	1	3	1	0	1	22
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	8	4	0	1	1	0	0	3	19
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	4	0	0	2	0	0	0	24

HORA 12:00 pm. – 2:00 pm.

HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	63	8	1	0	0	2	0	3	83



01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	5	0	0	0	3	0	0	6	13
12:00	12:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	66	5	0	0	0	0	0	5	75
12:15	12:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	61	7	0	0	2	0	0	1	76
12:30	12:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	59	1	0	0	0	0	0	5	62
12:45	01:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	84	6	0	0	1	0	0	5	97
01:00	01:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	64	4	0	1	0	2	0	6	79
01:15	01:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	82	9	0	0	0	0	0	7	98
01:30	01:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	40	4	0	0	0	0	0	6	48
01:45	02:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	60	7	0	0	3	2	0	3	82
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	6	1	0	0	0	0	0	2	8
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	17	5	0	0	0	2	0	4	31
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	1	0	0	2	1	0	1	8
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	4	0	1	3	0	0	5	16
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	4	0	0	3	0	0	2	13
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	2	0	1	0	0	0	2	10
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	10	3	0	1	2	0	0	1	21
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	1	2	0	1	0	0	1	2	10
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	38	3	0	0	2	0	0	8	49
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	28	7	0	0	2	0	0	7	45
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	29	4	0	0	3	0	1	5	46
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	59	5	0	0	2	0	0	10	74
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	59	5	0	1	0	0	0	11	72
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	66	4	1	0	3	0	0	9	83
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	59	6	0	0	0	0	0	12	72
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	61	8	0	0	2	0	0	9	80
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	18	3	0	0	3	0	0	0	29
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	2	0	1	0	0	0	4	10
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	6	0	0	0	0	0	3	13
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	16	4	1	1	0	0	0	4	28
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	1	0	0	0	0	0	1	5
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	5	0	0	0	2	0	2	20
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	4	0	0	1	0	0	0	8
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	2	0	1	0	0	0	3	9

12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	23	4	0	1	0	0	0	1	32
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	39	4	0	1	3	0	0	4	55
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	46	4	0	0	0	0	0	4	53
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	43	0	0	0	0	0	0	7	45
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	40	3	0	1	2	0	0	5	53
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	31	4	0	0	3	2	0	7	50
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	53	2	0	0	0	0	0	5	58
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	42	2	0	0	2	0	0	7	51
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	5	0	0	3	0	0	4	38
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	16	5	0	1	0	0	0	2	27
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	18	4	0	0	0	0	0	6	26
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	5	0	0	3	0	0	6	38
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	29	3	0	0	2	1	0	2	41
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	34	5	0	0	2	2	0	4	52
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	16	7	0	0	0	0	0	1	27
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	7	0	0	0	0	0	6	35
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	79	3	0	0	3	1	0	8	94
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	94	5	0	0	0	2	1	10	113
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	90	6	0	0	1	0	0	8	103
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	99	3	0	0	2	0	0	11	111
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	103	7	0	0	3	0	0	3	120
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	115	4	0	0	0	0	0	12	125
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	101	4	0	0	2	0	0	7	113
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	115	4	0	1	0	0	0	14	128
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	20	4	0	1	1	0	0	2	31
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	15	5	0	0	0	0	0	2	23
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	3	0	0	0	0	0	2	14
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	23	5	0	1	0	0	0	3	34
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	26	2	0	0	0	0	0	3	30
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	22	4	0	0	1	0	0	0	30

01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	3	0	0	3	0	0	5	21
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	22	0	0	0	1	0	0	2	25

HORA 6:00 pm. – 8:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	66	4	0	0	1	0	0	2	75
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	74	3	0	0	0	1	0	3	82
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	39	6	0	0	0	0	0	3	49
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	63	6	0	1	0	0	0	7	77
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	50	5	0	0	1	0	0	5	61
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	48	4	1	1	3	0	0	3	65
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	43	2	1	0	0	0	0	6	50
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	50	0	0	1	2	0	0	6	58
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	1	3	0	0	0	0	0	0	6
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	6	2	0	0	0	0	0	3	10
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	0	2	1	0	3	0	0	5	13
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	0	5	0	0	0	1	0	2	11
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	18	4	0	0	0	0	0	1	24
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	5	1	0	0	0	0	0	0	7
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	2	0	1	3	0	0	2	22
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	17	4	0	0	1	0	0	2	26
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	87	3	0	0	0	0	0	2	92
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	72	1	1	0	0	0	0	4	77
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	73	4	0	0	0	0	0	9	82
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	131	6	0	0	0	0	1	11	146
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	88	6	1	0	0	0	0	6	101
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	89	0	0	1	3	1	0	9	103
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	86	7	0	0	3	0	0	9	105
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	73	3	0	1	3	0	0	6	88
HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		



06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	9	5	0	0	1	0	0	1	19
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	1	4	0	0	0	0	0	1	7
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	2	0	0	2	0	1	0	10
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	4	0	0	3	1	0	4	20
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	9	1	0	0	0	0	0	3	11
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	3	0	0	0	1	0	3	16
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	2	0	0	2	1	0	3	10
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	1	0	0	0	0	0	0	8
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	10	0	0	0	0	0	0	0	10
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	8	1	1	0	0	0	0	7	14
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	0	0	0	0	2	1	0	13
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	0	0	2	0	0	4	5
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	15	3	0	0	0	1	0	3	23
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	3	0	0	0	0	0	3	12
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	37	6	0	1	1	1	0	5	55
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	31	5	0	1	1	0	0	5	45
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	6	1	1	0	0	0	7	39
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	35	2	0	0	1	1	0	0	43
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	39	4	0	0	1	0	0	6	49
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	48	4	0	0	2	2	0	2	64
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	12	7	0	0	0	0	0	4	24
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	5	5	0	0	0	2	0	3	18
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	29	1	0	0	1	0	0	4	34
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	42	3	0	0	2	0	0	2	51
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	40	4	0	1	0	0	0	5	50
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	117	5	0	0	0	0	0	8	127
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	143	9	0	0	1	2	0	10	167
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	149	7	0	0	0	0	0	4	161
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	45	4	1	0	1	0	0	2	56

07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	50	7	0	0	1	0	0	3	63
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	15	4	0	0	3	0	0	3	28
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	3	3	0	0	0	0	0	5	9
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	2	0	0	0	0	0	2	4
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	33	7	0	0	2	0	0	5	49
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	63	6	0	0	1	2	0	2	80
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	40	11	0	0	1	0	0	2	59
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	17	1	0	0	0	1	0	0	21
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	26	9	0	0	2	1	0	5	48

DIA 3

HORA 7:00 am. – 9:00 am.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	59	7	0	0	0	0	6	71
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	69	1	0	1	3	1	3	82
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	55	4	0	1	1	1	0	68
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	74	3	0	0	3	1	4	88
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	108	0	0	1	0	0	1	111
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	58	2	0	0	2	1	0	68
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	72	5	0	0	0	1	4	83
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	49	1	0	0	0	2	1	56
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	15	5	1	0	2	2	5	35
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	20	6	0	0	3	1	5	39
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	16	5	0	0	0	0	4	28
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	11	3	0	0	0	0	11	19
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	15	3	0	0	0	0	0	20
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	14	4	0	0	1	0	1	22
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	3	0	0	0	0	0	4	4
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	4	0	0	0	0	1	8	9
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	41	3	0	0	1	0	2	48
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	38	1	0	0	1	0	6	43
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	67	8	0	0	0	0	4	80

07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	84	7	1	1	0	0	0	7	101
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	86	3	0	1	0	0	0	3	94
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	45	5	0	0	0	2	0	3	58
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	41	10	0	0	3	0	0	1	62
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	36	6	0	0	0	1	0	1	48
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	22	7	0	1	0	1	0	4	39
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	29	5	0	0	1	0	0	0	39
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	20	3	0	0	3	0	1	4	35
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	29	4	1	0	0	1	0	2	40
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	6	1	0	2	0	0	2	41
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	29	5	0	0	0	0	0	1	37
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	21	6	0	0	2	0	0	1	34
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	30	2	0	0	0	0	0	3	34
07:00	07:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	67	6	0	1	0	2	0	7	86
07:15	07:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	57	6	0	0	0	0	0	9	69
07:30	07:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	88	2	0	0	0	0	0	7	93
07:45	08:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	93	6	0	1	0	0	0	7	107
08:00	08:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	83	4	0	0	0	0	0	11	92
08:15	08:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	91	2	0	1	2	0	0	12	104
08:30	08:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	107	6	0	0	0	0	0	9	119
08:45	09:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	102	6	0	1	2	0	0	7	120
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	2	0	0	3	0	0	2	10
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	6	0	0	0	0	0	2	10
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	3	0	1	3	0	0	3	16
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	1	0	0	0	1	0	0	4
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	12	4	0	0	0	0	0	2	19
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	5	0	1	0	0	0	3	14
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	17	3	0	1	3	0	0	0	30
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	1	3	0	0	0	0	0	0	6
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	0	0	0	0	0	0	1	0
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	2	6	1	0	1	1	0	0	18

07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	6	0	0	0	0	0	1	17
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	16	3	0	0	0	0	0	3	21
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	2	0	0	3	0	0	5	19
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	24	4	0	1	3	1	0	5	43
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	5	2	0	1	0	0	0	0	11
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	11	4	0	1	0	0	0	4	21
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	2	0	0	1	0	0	3	6
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	3	0	0	0	0	0	3	11
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	11	6	1	1	0	1	1	0	30
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	5	0	1	0	0	0	3	16
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	0	0	0	3	0	0	2	12
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	13	1	0	0	0	0	0	3	15
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	4	0	0	1	0	0	1	13
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	1	0	0	1	0	0	1	3	7
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	10	1	0	0	0	0	0	1	12
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	62	6	1	0	0	0	0	5	75
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	61	5	0	0	0	0	0	3	69
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	68	6	0	0	3	0	0	10	86
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	90	3	0	0	0	1	0	11	100
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	76	0	0	0	0	0	0	8	78
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	86	4	0	0	3	0	0	7	100
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	96	7	0	0	1	0	0	12	112
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	1	2	0	0	2	0	0	4	9
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	16	4	0	0	3	0	0	3	29
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	5	5	0	0	0	1	0	0	15
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	8	8	0	0	0	0	0	4	21
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	28	4	1	1	0	2	0	1	44
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	35	9	0	0	3	0	0	4	56
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	14	6	0	0	2	0	0	4	28
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	8	3	0	1	3	2	0	4	27

07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	16	3	0	0	0	0	0	1	21
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	45	3	0	0	2	0	0	3	54
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	49	10	0	0	3	0	0	6	72
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	94	3	0	0	0	2	0	7	106
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	108	7	0	1	1	0	0	3	124
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	98	3	0	1	0	0	0	3	106
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	119	9	0	0	0	0	0	5	134
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	79	7	0	1	1	0	0	8	96
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	4	2	0	1	1	1	1	1	17
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	4	3	0	0	0	0	0	1	9
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	2	1	1	0	2	0	4	14
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	2	0	0	0	0	0	2	4
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	16	4	0	0	0	0	0	3	23
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	24	3	1	0	0	0	0	3	31
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	1	0	0	0	0	0	3	16
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	10	3	0	0	0	0	0	2	15

HORA 12:00 pm. – 2:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
	Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	71	8	0	0	2	0	0	3	88
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	76	7	1	0	0	0	0	2	89
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	76	6	0	0	0	1	0	4	89
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	78	2	0	1	0	0	0	4	85
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	99	5	0	0	0	0	0	2	107
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	54	7	0	0	0	0	0	6	66
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	75	3	0	0	1	0	0	5	83
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	64	4	0	0	0	0	0	5	72
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	19	2	0	0	0	0	0	1	22
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	18	3	0	0	3	0	0	2	29
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	22	4	0	0	1	1	0	2	33
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	1	2	0	0	1	0	0	4	7
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	0	0	1	1	1	0	0	17



01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	9	2	0	0	3	2	0	3	24
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	41	5	0	0	3	0	0	5	56
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	34	8	0	0	0	0	0	9	49
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	27	7	0	1	1	2	0	7	49
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	58	7	0	0	0	0	0	8	71
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	54	2	0	0	1	0	0	12	63
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	63	4	0	1	3	1	0	10	83
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	58	5	0	0	2	1	0	9	75
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	48	6	0	1	1	0	0	12	65
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	4	0	0	0	0	0	1	11
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	3	0	0	2	0	0	2	15
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	2	3	0	0	0	0	1	2	10
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	10	7	0	1	0	2	0	4	29
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	4	0	0	3	0	0	5	21
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	4	3	0	0	0	0	0	3	9
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	2	1	0	3	1	0	1	19
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	3	1	0	3	0	0	0	13
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	19	0	0	0	2	0	0	4	24
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	39	7	0	0	0	0	0	5	51
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	41	5	0	0	3	0	0	0	55
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	40	0	0	0	0	0	1	3	44
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	28	3	0	0	3	0	0	4	40
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	40	2	0	0	0	0	0	3	44
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	47	2	0	0	3	2	0	4	62
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	42	3	0	1	0	2	0	8	56
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	5	0	0	0	1	0	4	34
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	25	2	0	0	3	2	0	4	40

12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	18	4	0	0	1	0	0	8	28
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	28	3	0	0	3	0	0	6	40
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	34	4	0	0	0	2	0	5	47
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	35	6	0	0	0	0	0	3	45
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	24	6	0	1	0	0	0	3	36
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	30	8	0	0	2	0	0	5	48
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	94	2	0	1	2	0	1	6	108
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	94	4	0	1	0	0	0	9	105
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	83	7	0	0	0	0	0	8	96
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	104	3	0	0	0	1	0	11	114
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	106	6	0	0	2	1	0	4	123
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	113	7	0	0	0	2	0	11	132
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	92	5	0	0	2	0	0	10	107
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	107	4	0	1	2	0	0	12	123
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	21	3	0	1	0	0	0	4	29
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	1	3	0	0	0	0	0	2	6
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	1	3	0	1	0	1	0	4	12
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	23	2	1	1	3	1	0	2	40
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	26	3	0	1	2	0	0	1	37
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	30	4	0	0	1	2	0	1	43
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	23	2	0	0	0	0	0	1	26
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	10	4	0	0	0	0	0	3	17

HORA 6:00 pm. – 8:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	70	1	0	0	0	0	3	72
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	68	2	0	0	0	0	3	72
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	44	7	0	0	1	0	2	57
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	64	6	0	0	3	0	3	80
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	41	4	0	1	1	0	1	52
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	53	6	0	1	2	0	5	70
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	36	0	0	1	0	0	6	43



06:00	06:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	16	4	0	1	0	0	0	4	26
06:15	06:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	6	0	0	0	0	0	0	4	7
06:30	06:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	8	6	0	1	0	0	0	2	20
06:45	07:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	9	2	0	0	3	0	0	4	19
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	2	0	0	0	0	0	2	7
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	3	0	1	3	0	0	3	14
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	5	3	0	0	1	0	0	1	12
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	4	0	1	2	1	0	6	17
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	69	3	0	1	0	0	0	13	80
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	46	8	0	0	2	0	0	11	65
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	41	6	0	1	0	1	0	7	57
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	124	6	0	0	0	0	0	20	139
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	94	2	0	0	2	0	0	15	106
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	99	1	0	0	2	0	0	8	107
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	110	2	0	0	3	0	0	19	125
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	98	2	0	1	2	0	0	19	113
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	3	1	0	1	0	1	0	5	11
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	2	0	0	1	0	0	2	6
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	1	0	0	2	1	0	0	16
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	0	0	0	2	0	0	0	4
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	3	0	0	0	0	0	4	6
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	5	3	0	0	0	0	0	2	10
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	1	0	1	0	0	0	4	9
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	2	0	0	3	2	0	5	20
06:00	06:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	5	0	1	2	0	0	3	18
06:15	06:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	0	0	2	0	0	0	4
06:30	06:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	12	3	0	0	0	2	0	0	22
06:45	07:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	1	0	0	0	0	0	6	3
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	1	0	1	0	0	0	0	0	3
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	1	2	0	0	1	1	0	4	10

07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	16	3	0	0	0	0	0	2	21
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	3	0	1	0	0	0	3	14
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	25	7	0	0	0	0	0	3	36
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	36	6	0	0	2	2	0	5	56
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	13	8	1	0	1	2	0	6	36
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	28	2	0	0	1	0	0	2	34
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	33	3	0	0	0	2	0	8	45
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	36	8	0	1	0	0	0	0	51
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	12	5	0	0	0	2	0	2	25
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	5	5	0	0	3	0	0	3	19
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	20	2	0	0	0	0	0	6	25
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	48	6	1	0	0	0	0	5	61
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	46	5	1	0	1	0	0	5	59
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	108	7	0	1	2	1	0	5	129
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	132	5	0	0	0	0	0	11	143
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	152	7	0	0	0	0	0	2	163
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	47	5	0	0	2	0	0	2	59
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	53	6	0	0	2	0	0	5	68
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	1	0	0	2	0	0	6	16
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	3	0	0	3	1	0	4	23
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	5	6	0	1	0	1	0	2	20
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	36	4	0	0	1	2	0	1	49
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	58	7	0	0	0	0	0	3	69
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	40	12	0	0	0	2	0	0	63
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	10	0	0	0	0	0	0	3	11
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	6	0	0	0	0	0	4	24

DIA 4

HORA 7:00 am. – 9:00 am.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	64	5	1	0	0	0	2	74
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	69	0	0	1	2	0	3	76
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	64	3	0	0	0	2	0	74
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	77	0	0	0	0	2	0	82
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	95	2	0	0	1	0	4	101
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	47	2	0	0	3	0	2	57
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	65	3	0	0	0	2	4	76
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	53	3	0	0	0	2	4	64
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	2	0	0	2	2	2	21
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	12	5	0	0	3	2	6	35
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	18	6	0	0	0	0	2	28
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	5	2	0	0	2	2	11	20
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	2	0	1	0	0	2	13
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	6	2	0	0	1	2	2	17
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	6	3	0	0	0	0	2	11
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	1	0	0	1	0	2	5	10
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	42	4	0	0	0	1	2	51
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	23	2	0	0	0	0	5	28
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	70	5	0	0	1	1	3	83
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	77	8	0	1	1	0	9	96
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	80	1	0	0	0	2	1	87
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	50	4	0	0	2	0	2	61
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	54	10	0	1	0	1	2	75
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	43	6	0	0	0	0	1	52
HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	14	5	0	1	0	1	2	27
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	21	5	0	0	0	0	2	29

07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	2	0	0	0	0	0	7	30
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	29	4	1	1	3	0	0	4	47
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	15	5	0	0	3	1	1	4	35
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	18	3	0	0	0	0	0	2	23
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	19	7	0	1	0	0	0	4	33
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	33	1	0	0	0	0	0	1	35
07:00	07:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	57	4	0	0	0	1	0	8	68
07:15	07:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	50	7	0	0	0	0	0	8	63
07:30	07:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	81	5	0	0	0	0	0	9	91
07:45	08:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	80	5	1	0	0	0	0	6	91
08:00	08:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	97	2	0	0	0	0	0	11	103
08:15	08:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	98	4	0	0	0	0	0	11	107
08:30	08:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	96	3	0	0	0	0	0	5	102
08:45	09:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	101	5	0	0	0	0	0	9	111
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	1	0	0	0	0	0	1	2
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	7	0	0	3	0	0	0	17
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	5	1	0	1	3	0	0	0	15
08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	8	3	0	1	0	0	0	4	16
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	6	0	0	2	2	0	0	21
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	13	1	0	0	1	0	0	1	17
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	3	0	1	1	1	0	1	12
<b>HORA DEL DÍA</b>		<b>Origen</b>	<b>Llegada</b>	<b>Livianos</b>	<b>Combi</b>	<b>Micro</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión Pequeño</b>	<b>Camión</b>	<b>Tráiler</b>	<b>Menor</b>	<b>Total</b>
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	2	0	0	0	0	0	3	4
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	9	2	1	0	0	0	0	0	14
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	7	2	0	1	0	0	0	2	13
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	20	5	0	0	0	0	1	4	32
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	2	0	0	0	1	0	0	2	5
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	14	4	0	1	2	0	0	3	27
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	0	0	0	1	3	2	0	0	14
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	11	2	1	0	2	1	0	1	23
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	0	0	0	0	0	0	3	7
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	16	3	0	0	0	0	0	2	21
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	8	0	0	3	2	0	3	29
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	7	5	0	1	2	0	0	2	22

08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	0	0	3	2	1	0	14
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	8	2	0	1	0	1	0	2	17
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	4	3	0	0	3	0	0	5	16
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	10	3	0	0	3	0	0	1	21
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	10	1	0	0	1	0	0	1	14
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	59	6	0	0	1	0	0	9	73
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	49	6	0	1	0	2	0	2	66
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	77	4	0	0	1	0	0	7	87
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	92	6	0	0	3	0	1	12	114
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	79	0	0	0	1	0	0	6	83
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	90	2	0	0	0	0	0	9	96
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	87	5	0	0	3	0	0	13	104
<b>HORA DEL DÍA</b>		<b>Origen</b>	<b>Llegada</b>	<b>Livianos</b>	<b>Combi</b>	<b>Micro</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión Pequeño</b>	<b>Camión</b>	<b>Tráiler</b>	<b>Menor</b>	<b>Total</b>
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	7	0	0	0	1	0	0	2	10
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	1	2	0	0	3	0	0	3	11
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	0	3	1	0	0	0	0	0	7
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	20	7	0	1	2	0	0	5	39
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	33	2	0	1	0	0	0	1	39
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	7	0	0	2	1	0	2	41
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	23	5	0	0	0	0	0	1	31
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	17	3	0	0	0	1	0	1	24
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	21	5	0	0	3	0	0	2	35
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	48	0	0	0	0	0	0	7	50
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	50	11	0	0	0	0	0	6	68
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	98	6	0	0	0	0	0	7	109
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	119	10	0	0	2	0	0	4	139
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	105	1	0	0	3	0	0	3	113
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	114	7	0	0	3	0	0	4	132
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	79	7	1	0	0	0	0	10	95
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	2	1	0	0	0	2	0	4	10
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	2	3	0	0	0	0	0	0	7

07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	2	1	0	3	0	0	4	12
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	3	3	0	0	0	0	0	6	9
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	3	0	0	3	0	0	2	25
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	12	1	0	1	0	0	0	4	17
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	18	4	0	0	3	2	0	0	35
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	23	4	0	0	3	1	0	3	38

HORA 12:00 pm. – 2:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1,5	2	2,5	2	2,5	3	0,3	
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	68	7	0	1	0	1	6	86
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	66	8	0	0	0	0	5	80
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	69	3	1	0	2	2	3	85
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	78	4	0	0	0	1	1	87
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	99	3	0	0	0	1	4	107
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	64	7	0	0	2	0	4	80
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	77	1	0	1	0	0	2	82
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	63	4	0	0	0	0	8	71
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	28	1	0	0	1	0	5	33
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	2	0	0	1	0	3	14
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	15	3	0	0	0	0	3	20
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	8	5	0	0	0	0	4	17
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	1	0	0	2	0	3	16
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	2	1	0	0	0	0	4	5
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	0	0	0	3	0	3	14
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	12	3	0	0	3	0	1	23
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	50	4	0	0	0	0	5	58
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	30	6	0	0	0	0	4	40
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	57	9	0	0	3	2	10	88
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	79	8	0	1	0	0	13	97
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	86	1	0	0	0	1	6	92
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	53	4	0	0	0	1	7	64
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	62	9	0	0	0	0	5	77

01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	40	8	0	0	0	0	0	3	53
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	36	2	0	0	1	0	0	2	42
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	6	0	0	0	0	0	2	35
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	8	1	0	0	1	0	0	42
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	1	0	1	3	2	0	1	40
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	11	7	0	0	1	0	0	1	24
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	29	4	0	0	2	1	0	3	42
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	19	3	0	0	0	0	0	3	24
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	16	0	0	0	1	0	1	4	22
12:00	12:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	68	8	0	0	0	0	0	5	82
12:15	12:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	67	7	0	0	0	1	0	2	81
12:30	12:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	52	5	0	0	1	0	0	5	63
12:45	01:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	89	6	1	0	1	0	0	3	103
01:00	01:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	57	4	0	0	0	2	0	7	70
01:15	01:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	91	5	0	0	1	0	1	7	106
01:30	01:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	40	7	0	0	0	0	0	3	51
01:45	02:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	60	8	0	0	2	2	0	6	83
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	1	0	1	0	0	0	0	4
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	11	7	0	1	0	0	0	5	26
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	10	4	0	0	0	1	0	0	19
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	3	0	0	1	0	0	2	7
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	4	0	0	0	0	0	0	6
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	1	0	0	1	0	0	0	2	4
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	8	2	0	0	0	0	0	2	12
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	6	0	1	0	1	0	0	17
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	39	2	0	0	0	0	0	8	44
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	25	8	0	0	0	0	0	6	39
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	24	5	0	0	0	0	0	6	33
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	57	8	0	0	2	0	0	10	76
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	45	2	0	0	0	0	0	9	51
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	59	5	0	1	1	2	0	9	79



01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	110	8	0	0	0	0	0	7	124
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	99	4	0	1	0	0	0	8	110
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	96	5	0	0	1	0	0	8	108
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	109	5	0	0	3	0	0	13	126
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	19	6	0	0	0	0	0	5	30
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	10	5	0	0	0	1	0	1	20
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	12	2	0	0	0	0	0	2	16
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	21	2	1	0	1	1	0	5	32
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	27	0	0	0	0	0	0	1	27
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	33	4	0	0	3	0	0	1	45
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	19	4	0	0	0	2	0	3	31
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	6	1	0	0	3	2	0	5	20

HORA 6:00 pm. – 8:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	66	2	0	0	1	0	0	3	72
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	66	0	0	0	0	0	0	0	66
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	54	4	0	1	2	0	0	2	67
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	70	7	1	0	0	0	0	6	84
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	52	6	0	0	1	1	0	2	66
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	49	5	0	0	0	2	0	6	63
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	38	2	0	0	0	0	0	6	43
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	42	1	0	0	3	0	0	4	51
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	5	5	0	0	0	0	0	0	13
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	5	0	0	1	0	0	4	21
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	0	4	0	0	1	1	0	5	12
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	1	3	0	1	0	0	0	3	9
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	2	0	0	0	0	0	2	11
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	9	4	0	1	1	1	0	1	22
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	11	0	0	0	1	0	0	1	13
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	20	7	0	0	3	0	0	1	37
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	85	4	0	0	1	0	0	1	93

06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	73	0	0	1	3	2	0	1	87
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	71	7	0	0	0	0	0	12	85
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	131	6	0	1	0	0	0	10	146
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	82	5	1	0	0	0	0	7	94
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	76	1	0	0	0	0	0	7	80
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	90	10	0	1	0	0	0	8	110
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	89	6	0	0	2	0	0	4	103
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
06:00	06:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	30	3	0	0	2	0	0	4	40
06:15	06:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	15	5	0	1	0	0	0	1	25
06:30	06:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	15	4	0	0	2	0	0	2	26
06:45	07:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	28	2	1	0	0	0	0	0	33
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	9	0	0	0	0	0	0	3	10
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	14	6	0	0	0	0	0	1	23
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	11	5	0	0	0	0	0	4	20
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	15	1	0	0	0	1	0	5	21
06:00	06:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	83	9	0	0	1	1	0	3	102
06:15	06:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	83	11	0	1	2	0	0	1	106
06:30	06:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	26	5	0	0	1	0	0	4	37
06:45	07:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	86	8	0	0	0	0	0	7	100
07:00	07:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	50	10	0	0	3	0	0	2	72
07:15	07:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	73	8	0	0	0	0	0	13	89
07:30	07:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	54	11	0	0	1	0	0	2	73
07:45	08:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	46	10	0	0	3	0	0	7	69
06:00	06:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	14	5	0	0	2	0	0	2	26
06:15	06:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	9	2	0	0	0	0	0	4	13
06:30	06:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	6	0	0	0	0	0	0	11
06:45	07:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	15	5	0	0	3	0	0	5	30
07:00	07:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	10	4	0	1	1	0	0	2	21
07:15	07:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	0	0	1	0	0	0	0	3
07:30	07:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	1	0	0	0	0	0	1	2
07:45	08:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	1	2	0	0	0	0	0	3	5
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	



07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	5	7	0	0	1	2	0	4	24
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	2	3	0	0	0	0	0	3	7
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	31	3	0	0	2	0	0	7	42
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	50	6	0	0	0	0	0	4	60
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	46	4	0	1	2	2	0	3	64
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	108	5	0	1	3	0	0	7	126
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	143	7	0	0	1	0	0	9	158
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	139	7	0	0	0	0	0	3	150
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	52	3	0	0	1	0	0	1	59
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	57	5	0	0	0	2	0	3	70
06:00	06:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	10	2	1	1	1	0	0	6	21
06:15	06:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	3	0	0	2	0	0	3	9
06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	5	6	0	0	0	0	0	5	16
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	22	4	0	0	0	0	0	4	29
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	52	3	0	1	0	0	0	3	60
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	35	13	0	0	2	1	0	0	61
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	20	3	0	1	2	1	0	2	34
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	11	9	0	0	2	1	0	4	32

DIA 5

HORA 7:00 am. – 9:00 am.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	54	4	0	0	1	0	0	64
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	60	1	0	0	0	0	0	63
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	60	7	1	0	0	2	0	78
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	82	3	0	1	3	0	0	96
08:00	08:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	101	0	0	1	0	0	1	107
08:15	08:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	58	2	1	0	0	0	0	64
08:30	08:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	77	4	0	0	1	0	0	85
08:45	09:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	50	0	0	0	0	2	0	56
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	11	2	0	1	0	0	0	18
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	2	1	0	1	2	0	23



08:00	08:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	16	0	0	1	2	0	0	4	24
08:15	08:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	4	0	0	2	2	0	3	19
08:30	08:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	13	1	0	0	3	0	0	1	21
08:45	09:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	4	3	1	0	3	0	0	2	17
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	2	0	0	1	0	0	2	10
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	4	4	0	0	0	0	0	3	11
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	10	6	0	0	0	0	0	2	20
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	6	3	0	1	0	2	0	1	18
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	9	1	0	0	3	0	0	3	17
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	14	4	0	0	0	0	1	4	24
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	10	2	0	0	0	0	0	1	13
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	8	0	0	0	0	0	0	2	9
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	2	2	0	0	3	0	0	2	12
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	12	6	0	0	0	0	0	3	22
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	8	0	0	0	0	0	1	12
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	16	4	0	0	0	0	0	0	22
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	0	0	0	0	0	0	1	0
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	10	2	0	0	3	0	0	5	21
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	15	4	0	1	0	2	0	3	29
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	2	3	0	0	2	0	0	0	11
07:00	07:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	13	0	0	0	0	1	0	3	16
07:15	07:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	74	9	0	0	0	0	0	8	90
07:30	07:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	63	4	0	0	0	0	0	4	70
07:45	08:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	78	4	0	0	0	0	0	6	86
08:00	08:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	89	5	0	0	3	2	0	13	111
08:15	08:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	83	1	0	0	0	0	0	9	87
08:30	08:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	100	2	0	0	1	0	0	8	107
08:45	09:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	89	9	0	0	1	0	1	10	111
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	

07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	0	3	0	0	0	0	0	4	6
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	14	6	0	0	1	0	0	0	25
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	6	2	0	0	1	1	0	1	14
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	19	5	0	0	1	1	1	2	35
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	41	3	0	0	0	0	0	1	46
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	22	6	0	0	0	0	0	3	32
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	13	4	0	0	0	0	0	3	20
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	15	3	0	1	0	0	0	3	23
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	10	2	0	0	0	2	0	3	19
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	57	1	0	1	0	0	0	5	63
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	47	11	0	0	0	0	0	5	65
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	82	4	0	0	0	0	0	5	90
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	121	6	0	0	2	0	0	1	134
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	97	0	0	0	2	0	0	6	103
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	106	9	0	1	1	0	0	7	126
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	80	5	0	0	0	2	0	11	96
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	4	1	0	1	2	0	0	4	13
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	0	0	0	0	1	0	0	2	3
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	15	3	0	1	0	1	0	2	25
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	5	2	0	0	3	2	0	4	20
08:00	08:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	16	2	0	0	0	0	0	0	19
08:15	08:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	20	2	0	0	0	0	0	1	23
08:30	08:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	9	1	0	0	0	0	0	2	11
08:45	09:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	23	5	0	0	2	2	0	1	40

HORA 12:00 pm. – 2:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	72	5	0	1	3	2	0	4	94
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	65	6	0	0	2	0	0	6	80
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	65	5	0	0	0	0	0	2	73
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	70	2	0	0	3	0	0	4	80
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	103	2	0	0	0	0	0	1	106

01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	53	7	0	0	2	0	0	8	70
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	80	3	0	1	0	0	0	1	87
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	59	0	0	0	2	1	0	7	68
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	16	2	0	0	0	0	0	5	21
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	13	1	0	0	2	0	0	2	19
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	6	0	1	1	0	0	1	21
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	4	2	0	1	0	0	0	2	10
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	4	2	0	0	0	1	0	0	10
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	5	3	0	1	1	0	0	0	14
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	13	1	0	1	2	0	0	3	22
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	0	0	0	2	0	0	3	12
12:00	12:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	59	6	0	0	2	0	0	5	74
12:15	12:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	27	6	0	0	3	2	0	2	48
12:30	12:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	59	10	0	0	2	0	0	11	81
12:45	01:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	92	4	0	0	0	0	0	12	102
01:00	01:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	79	3	0	0	2	2	0	7	95
01:15	01:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	54	3	0	0	0	0	0	9	61
01:30	01:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	69	10	0	0	1	1	0	5	90
01:45	02:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	40	9	0	0	0	0	0	0	54
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	32	3	0	0	1	0	0	3	39
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	24	4	0	0	0	1	0	4	34
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	4	0	0	2	0	0	4	36
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	26	1	0	0	2	0	0	3	32
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	23	6	0	0	0	0	0	2	33
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	25	4	0	1	0	0	0	4	35
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	12	3	0	0	1	0	0	5	20
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	14	4	0	0	0	0	0	7	22
12:00	12:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	59	8	0	0	0	0	0	8	73
12:15	12:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	66	4	1	0	2	1	0	3	81
12:30	12:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	43	4	0	0	0	0	0	4	50
12:45	01:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	95	6	0	0	0	2	0	3	110
01:00	01:15	Av. Cuzco	Puente Chilina	62	5	0	0	0	0	0	6	71
01:15	01:30	Av. Cuzco	Puente Chilina	94	5	0	1	0	0	0	5	106

01:30	01:45	Av. Cuzco	Puente Chilina	46	6	0	1	0	0	0	4	59
01:45	02:00	Av. Cuzco	Puente Chilina	61	5	0	0	0	0	0	4	70
12:00	12:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	2	0	0	0	0	0	0	2	3
12:15	12:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	11	5	0	0	1	0	0	2	21
12:30	12:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	2	0	0	0	0	0	2	7
12:45	01:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	3	0	1	0	0	0	5	9
01:00	01:15	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	3	4	1	0	0	0	0	0	11
01:15	01:30	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	12	3	0	0	0	0	0	2	17
01:30	01:45	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	9	0	0	0	0	0	0	3	10
01:45	02:00	Av. Cuzco	Av. Ramón Castilla	0	3	0	0	0	0	0	4	6
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	41	5	0	0	3	0	0	6	56
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	23	6	0	0	0	0	0	9	35
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	30	5	0	0	1	0	0	6	41
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	63	6	0	0	1	0	0	9	77
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	49	3	0	0	0	0	0	8	56
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	66	5	0	0	1	0	0	10	79
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	44	2	0	1	0	1	0	9	55
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Av. Cuzco	50	6	0	0	0	1	0	9	64
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	6	3	0	1	0	0	0	0	13
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	2	0	1	2	0	0	1	10
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	3	6	0	0	0	0	0	0	12
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	19	5	1	0	1	0	0	1	31
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	2	0	0	0	0	0	2	4
01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	4	4	0	0	0	0	0	0	10
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	0	5	0	0	0	0	0	2	8
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Av. Alfonso Ugarte	5	3	0	1	2	0	0	1	16
12:00	12:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	12	2	0	0	0	0	0	2	16
12:15	12:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	39	8	0	0	0	0	0	7	53
12:30	12:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	31	3	0	0	3	0	0	4	43
12:45	01:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	45	0	0	0	0	1	0	5	49
01:00	01:15	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	39	0	0	0	3	0	0	5	47

01:15	01:30	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	35	5	0	0	0	0	0	5	44
01:30	01:45	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	42	1	0	0	0	0	0	6	45
01:45	02:00	Av. Ramón Castilla	Puente Chilina	40	0	0	1	2	2	0	7	54
HORA DEL DÍA		Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total
		Factor de conversión		1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3	
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	25	2	0	1	2	0	0	8	37
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	30	4	0	0	0	1	0	5	40
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	26	1	0	0	0	0	0	7	30
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	25	4	0	0	3	0	0	5	39
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	29	4	0	0	3	0	0	4	42
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	43	5	0	0	0	0	0	3	51
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	16	6	0	1	2	2	0	3	37
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Cuzco	29	6	0	0	0	0	0	8	40
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	88	4	0	0	2	0	0	8	100
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	90	3	0	0	0	0	0	9	97
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	96	6	0	0	2	0	0	8	111
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	99	3	0	0	3	0	0	12	113
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	106	5	0	0	0	2	0	7	121
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	111	3	0	0	2	0	0	11	123
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	99	5	0	0	1	0	0	9	111
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Puente Chilina	114	7	0	0	1	1	0	13	133
12:00	12:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	11	6	1	0	0	1	0	2	25
12:15	12:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	3	0	0	0	0	0	2	19
12:30	12:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	3	5	0	1	3	2	0	6	26
12:45	01:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	12	2	0	0	2	0	0	1	19
01:00	01:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	19	3	0	1	0	0	0	3	27
01:15	01:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	21	3	0	0	2	2	0	4	36
01:30	01:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	18	3	0	1	0	0	0	1	25
01:45	02:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	8	4	1	1	3	0	0	3	25

HORA 6:00 pm. – 8:00 pm.

HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	70	2	0	0	2	0	0	1	77
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	75	0	0	0	0	1	0	3	78
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	44	3	0	0	0	0	0	1	49
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	68	4	0	0	1	1	0	6	80
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	48	6	0	0	2	0	0	2	62
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	56	4	0	1	2	0	0	5	70
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	43	2	0	0	0	0	1	8	51
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Ramón Castilla	37	0	1	0	0	0	0	3	40
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	7	2	0	0	3	2	0	1	21
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	18	3	0	1	0	0	0	5	27
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	0	3	0	0	0	0	0	4	6
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	2	5	0	1	2	0	0	0	16
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	18	2	0	0	1	0	0	1	23
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	10	1	0	0	0	0	0	3	12
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	14	1	0	0	0	0	0	4	17
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Alfonso Ugarte	20	3	0	0	2	0	0	2	29
06:00	06:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	85	3	1	1	0	0	0	0	94
06:15	06:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	66	0	0	0	0	0	0	2	67
06:30	06:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	58	6	0	1	0	2	0	11	78
06:45	07:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	121	5	0	0	0	2	0	9	136
07:00	07:15	Puente Chilina	Av. Cuzco	79	7	0	0	0	1	1	5	97
07:15	07:30	Puente Chilina	Av. Cuzco	87	2	0	0	0	0	0	11	93
07:30	07:45	Puente Chilina	Av. Cuzco	88	9	0	0	3	0	0	10	111
07:45	08:00	Puente Chilina	Av. Cuzco	77	6	0	0	3	0	0	5	94
HORA DEL DÍA	Origen	Llegada	Livianos	Combi	Micro	Bus	Camión Pequeño	Camión	Tráiler	Menor	Total	
		Factor de conversión	1	1.5	2	2.5	2	2.5	3	0.3		
06:00	06:15	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	24	0	0	0	1	0	0	1	26
06:15	06:30	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	14	4	0	0	2	0	0	1	24
06:30	06:45	Av. Cuzco	Av. Alfonso Ugarte	3	5	0	0	0	2	0	3	16





06:30	06:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	6	2	0	1	0	0	0	5	13
06:45	07:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	30	7	0	0	1	1	0	4	46
07:00	07:15	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	58	6	0	0	2	0	0	3	72
07:15	07:30	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	38	11	0	0	0	0	0	0	55
07:30	07:45	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	14	1	0	0	0	1	0	3	19
07:45	08:00	Av. Alfonso Ugarte	Av. Ramón Castilla	17	7	0	0	0	0	0	5	29

### Anexo C. Estudio de Tráfico – Aforo de Velocidad

A continuación, se muestran los datos correspondientes a la velocidad de los vehículos que ingresaban al óvalo. Se tomó en consideración su punto de origen como su punto de destino.

La nomenclatura de color se basa en:

1	Puente Chilina
2	Av. Cuzco
3	Ramón Castilla
4	Alfonso Ugarte

HORARIO 7:00 am. a 9:00 am.

Periodo 7:00 am. - 9:00 am.				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
1	3	122.50	10.78	40.92
1	3	122.50	13.10	33.66
1	3	122.50	12.83	34.36
1	3	122.50	14.53	30.36
1	3	122.50	11.24	39.23
1	2	120.00	7.51	57.55
1	3	122.50	12.82	34.39
1	2	120.00	5.89	73.29
1	4	150.00	11.90	45.37
1	2	120.00	6.88	62.82
1	2	120.00	7.91	54.59
1	3	122.50	17.36	25.41
1	2	120.00	6.48	66.63
1	4	150.00	26.65	20.26
1	3	122.50	8.71	50.64
1	3	122.50	8.44	52.27
1	2	120.00	6.88	62.76
1	2	120.00	6.74	64.08
1	2	120.00	6.54	66.03
1	3	122.50	10.04	43.94
1	4	150.00	25.74	20.98
1	3	122.50	17.01	25.92
1	3	122.50	12.66	34.84
1	2	120.00	5.84	73.94
1	2	120.00	8.02	53.86

Periodo 7:00 am. - 9:00 am

Periodo 7:00 am. - 9:00 am.				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
2	3	115.00	7.44	55.62
2	3	115.00	5.48	75.57
2	1	120.00	10.12	42.67
2	4	144.00	17.60	29.46
2	4	144.00	17.79	29.14
2	4	144.00	16.62	31.19
2	1	120.00	12.12	35.65
2	1	120.00	10.00	43.19
2	1	120.00	8.55	50.50
2	1	120.00	8.94	48.32
2	1	120.00	7.84	55.13
2	4	144.00	12.73	40.71
2	1	120.00	11.96	36.11
2	1	120.00	10.58	40.83
2	4	144.00	13.12	39.52
2	1	120.00	10.78	40.08
2	1	120.00	9.83	43.95
2	1	120.00	13.94	30.98
2	4	144.00	19.16	27.05
2	4	144.00	13.24	39.15
2	1	120.00	12.29	35.16
2	4	144.00	10.52	49.28
2	1	120.00	8.84	48.88
2	1	120.00	11.55	37.39
2	4	144.00	15.99	32.42

Periodo 7:00 am. - 9:00 am.				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
3	4	108.00	7.54	51.53
3	1	122.50	13.05	33.80
3	4	108.00	9.39	41.39
3	1	122.50	9.56	46.14
3	1	122.50	8.61	51.20
3	1	122.50	8.54	51.65
3	1	122.50	9.91	44.48
3	1	122.50	9.57	46.10
3	1	122.50	8.62	51.18
3	1	122.50	9.16	48.13
3	1	122.50	14.15	31.17

3	2	115.00	12.82	32.30
3	1	122.50	9.55	46.16
3	1	122.50	10.00	44.11
3	1	122.50	9.91	44.51
3	1	122.50	14.63	30.13
3	2	115.00	12.00	34.50
3	1	122.50	13.58	32.48
3	1	122.50	10.50	42.01
3	1	122.50	6.97	63.24
3	1	122.50	11.30	39.01
3	1	122.50	15.48	28.49
3	1	122.50	17.11	25.78
3	1	122.50	10.18	43.34
3	4	108.00	12.97	29.98

Periodo 7:00 am. - 9:00 am.

ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
4	1	150.00	16.81	32.12
4	2	144.00	15.81	32.79
4	1	150.00	12.98	41.60
4	1	150.00	11.56	46.71
4	2	144.00	17.73	29.24
4	2	144.00	12.95	40.04
4	2	144.00	18.15	28.56
4	1	150.00	9.84	54.88
4	1	150.00	15.92	33.92
4	2	144.00	11.01	47.08
4	2	144.00	21.74	23.84
4	1	150.00	11.68	46.25
4	1	150.00	10.10	53.48
4	1	150.00	11.22	48.12
4	2	144.00	15.75	32.92
4	1	150.00	10.56	51.16
4	3	108.00	17.08	22.76
4	1	150.00	12.42	43.49
4	1	150.00	12.57	42.96
4	3	108.00	12.44	31.24
4	2	144.00	13.42	38.63
4	1	150.00	10.53	51.29
4	1	150.00	13.61	39.68
4	2	144.00	14.70	35.26
4	1	150.00	18.40	29.35

7:00 am. - 9:00 am.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
1	2	10	6.869	63.56	120.00	62.89
1	3	12	12.46	37.16	122.50	35.39
1	4	3	21.43	28.87	150.00	25.20

7:00 am. - 9:00 am.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
2	1	14	10.52	42.06	120.00	41.05
2	3	2	6.46	65.60	122.50	68.27
2	4	9	15.20	35.32	150.00	35.53

7:00 am. - 9:00 am.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
3	1	20	11.02	42.16	120.00	39.21
3	2	2	12.41	33.40	122.50	35.54
3	4	3	9.97	40.97	150.00	54.18

7:00 am. - 9:00 am.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
4	1	14	12.73	43.93	120.00	33.94
4	2	9	15.70	34.26	122.50	28.10
4	3	2	14.76	27.00	150.00	36.59

HORARIO 12:00 pm. a 2:00 pm.

Periodo 12:00-2:00pm				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
1	4	150.00	10.30	52.44
1	2	120.00	7.53	57.41
1	2	120.00	6.83	63.27
1	4	150.00	15.95	33.85
1	2	120.00	8.02	53.87
1	3	122.50	30.00	14.70

1	2	120.00	7.01	61.60
1	2	120.00	10.16	42.50
1	3	122.50	61.94	7.12
1	2	120.00	8.41	51.37
1	2	120.00	11.13	38.80
1	3	122.50	48.75	9.05
1	4	150.00	23.11	23.36
1	2	120.00	6.94	62.24
1	2	120.00	6.65	64.96
1	2	120.00	6.93	62.31
1	2	120.00	6.39	67.62
1	3	122.50	16.61	26.54
1	2	120.00	6.08	71.07
1	2	120.00	7.60	56.87
1	3	122.50	44.36	9.94
1	2	120.00	7.28	59.38
1	2	120.00	6.64	65.08
1	3	122.50	55.19	7.99
1	2	120.00	7.33	58.93

Periodo 12:00-2:00pm

ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
2	1	120.00	10.77	40.09
2	1	120.00	14.06	30.72
2	1	120.00	21.33	20.25
2	3	115.00	23.63	17.52
2	1	120.00	8.64	50.02
2	1	120.00	31.11	13.89
2	1	120.00	25.16	17.17
2	1	120.00	8.78	49.20
2	4	144.00	9.57	54.18
2	4	144.00	11.59	44.75
2	1	120.00	7.97	54.19
2	3	115.00	6.71	61.67
2	4	144.00	8.81	58.81
2	3	115.00	22.31	18.56
2	3	115.00	29.05	14.25
2	1	120.00	11.74	36.79
2	1	120.00	19.52	22.13
2	1	120.00	16.28	26.54
2	4	144.00	27.32	18.97
2	4	144.00	18.13	28.60
2	3	115.00	78.06	5.30

2	1	120.00	15.88	27.20
2	1	120.00	9.41	45.89
2	1	120.00	8.69	49.72
2	1	120.00	8.93	48.40

Periodo 12:00-2:00pm				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
3	1	122.50	11.75	37.54
3	1	122.50	11.91	37.04
3	1	122.50	10.68	41.28
3	1	122.50	12.44	35.45
3	1	122.50	14.36	30.70
3	1	122.50	11.52	38.27
3	1	122.50	9.50	46.43
3	1	122.50	9.67	45.59
3	1	122.50	8.64	51.03
3	1	122.50	9.82	44.93
3	1	122.50	7.47	59.04
3	1	122.50	10.67	41.34
3	1	122.50	11.21	39.35
3	1	122.50	12.14	36.33
3	1	122.50	10.22	43.15
3	1	122.50	9.61	45.88
3	4	108.00	20.80	18.69
3	4	108.00	19.54	19.90
3	1	122.50	8.90	49.55
3	1	122.50	7.03	62.70
3	1	122.50	8.98	49.12
3	1	122.50	9.32	47.34
3	1	122.50	10.17	43.35
3	2	115.00	18.95	21.85
3	2	115.00	12.30	33.67

Periodo 12:00-2:00pm				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
4	1	150.00	13.40	40.31
4	2	144.00	17.97	28.84
4	1	150.00	11.72	46.06
4	1	150.00	10.75	50.22
4	1	150.00	9.21	58.63
4	1	150.00	10.55	51.18
4	2	144.00	12.89	40.20

4	1	150.00	11.07	48.77
4	2	144.00	11.55	44.88
4	1	150.00	13.87	38.94
4	1	150.00	10.49	51.49
4	3	108.00	10.98	35.40
4	3	108.00	10.18	38.20
4	2	144.00	61.05	8.49
4	1	150.00	11.57	46.68
4	2	144.00	45.79	11.32
4	2	144.00	47.93	10.82
4	1	150.00	12.58	42.94
4	2	144.00	15.95	32.51
4	1	150.00	10.42	51.85
4	2	144.00	14.54	35.65
4	1	150.00	12.62	42.77
4	2	144.00	24.06	21.55
4	1	150.00	9.62	56.11
4	1	150.00	11.24	48.04

12:00-2:00PM			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
1	2	16	7.56	58.58	120.00	57.16
1	3	6	42.81	12.56	122.50	10.30
1	4	3	16.45	36.55	150.00	32.82

12:00-2:00PM			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
2	1	15	14.55	35.48	120.00	29.69
2	3	5	31.95	23.46	122.50	13.80
2	4	5	15.08	41.06	150.00	35.80

12:00-2:00PM			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
3	1	21	10.29	44.07	120.00	42.00
3	2	2	15.63	27.76	122.50	28.22
3	4	2	20.17	19.30	150.00	26.77

12:00-2:00PM			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
4	1	14	11.37	48.14	120.00	38.01
4	2	9	27.97	26.03	122.50	15.77
4	3	2	10.58	36.80	150.00	51.04

HORARIO 6:00 pm. a 8:00 pm.

Periodo 6:00 pm. - 8:00 pm.				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
1	4	150.00	12.56	42.99
1	2	120.00	6.38	67.70
1	2	120.00	5.64	76.56
1	2	120.00	10.18	42.43
1	3	122.50	22.37	19.72
1	2	120.00	5.71	75.61
1	2	120.00	6.27	68.94
1	2	120.00	5.89	73.39
1	4	150.00	12.21	44.24
1	4	150.00	15.48	34.89
1	3	122.50	9.70	45.45
1	2	120.00	6.13	70.45
1	2	120.00	6.76	63.89
1	3	122.50	14.08	31.32
1	3	122.50	8.00	55.15
1	2	120.00	6.82	63.35
1	3	122.50	9.06	48.67
1	3	122.50	8.22	53.64
1	3	122.50	9.66	45.64
1	2	120.00	8.67	49.82
1	4	150.00	29.38	18.38
1	3	122.50	27.55	16.01
1	3	122.50	8.81	50.06
1	4	150.00	16.83	32.09
1	2	120.00	7.46	57.90

Periodo 6:00 pm. - 8:00 pm.				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
2	4	144.00	18.68	27.75
2	4	144.00	12.40	41.80

2	4	144.00	12.39	41.84
2	1	120.00	14.68	29.43
2	4	144.00	17.06	30.39
2	4	144.00	18.28	28.35
2	4	144.00	15.10	34.34
2	1	120.00	13.13	32.89
2	4	144.00	33.82	15.33
2	1	120.00	8.66	49.87
2	1	120.00	12.20	35.40
2	4	144.00	14.04	36.93
2	3	115.00	35.42	11.69
2	3	115.00	38.92	10.64
2	3	115.00	25.37	16.32
2	1	120.00	11.37	38.01
2	1	120.00	43.49	9.93
2	1	120.00	18.25	23.67
2	1	120.00	17.48	24.71
2	4	144.00	27.01	19.19
2	1	120.00	12.59	34.32
2	1	120.00	12.38	34.90
2	1	120.00	12.26	35.24
2	1	120.00	13.04	33.14
2	4	144.00	23.29	22.26

Periodo 6:00 pm. - 8:00 pm.				
ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
3	1	122.50	12.55	35.14
3	1	122.50	15.30	28.82
3	1	122.50	14.84	29.72
3	1	122.50	10.30	42.83
3	1	122.50	17.69	24.93
3	1	122.50	13.86	31.82
3	1	122.50	10.83	40.72
3	4	108.00	11.05	35.18
3	1	122.50	13.24	33.31
3	1	122.50	10.27	42.92
3	1	122.50	11.73	37.59
3	1	122.50	9.04	48.77
3	4	108.00	7.55	51.49
3	1	122.50	11.10	39.72
3	1	122.50	17.65	24.99
3	1	122.50	8.48	51.99
3	1	122.50	16.44	26.83

3	2	115.00	11.69	35.40
3	1	122.50	11.48	38.42
3	1	122.50	10.15	43.46
3	1	122.50	8.73	50.49
3	1	122.50	7.65	57.66
3	1	122.50	9.56	46.15
3	1	122.50	16.75	26.33
3	2	115.00	10.75	38.50

Periodo 6:00 pm. - 8:00 pm.

ORIGEN	DESTINO	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/hr)
4	1	150.00	9.68	55.81
4	2	144.00	11.62	44.63
4	2	144.00	12.23	42.40
4	3	150.00	17.85	30.25
4	1	150.00	17.18	31.44
4	1	150.00	16.62	32.50
4	1	150.00	14.27	37.84
4	2	144.00	17.85	29.04
4	1	150.00	10.11	53.43
4	1	150.00	14.39	37.53
4	2	144.00	13.56	38.23
4	1	150.00	12.46	43.34
4	1	150.00	13.05	41.38
4	2	144.00	19.11	27.13
4	2	144.00	17.32	29.92
4	1	150.00	15.68	34.43
4	2	144.00	11.98	43.29
4	1	150.00	16.48	32.76
4	3	108.00	10.98	35.40
4	1	150.00	11.68	46.22
4	2	144.00	11.91	43.53
4	1	150.00	14.20	38.02
4	2	144.00	21.69	23.90
4	1	150.00	11.50	46.94
4	1	150.00	11.30	47.81

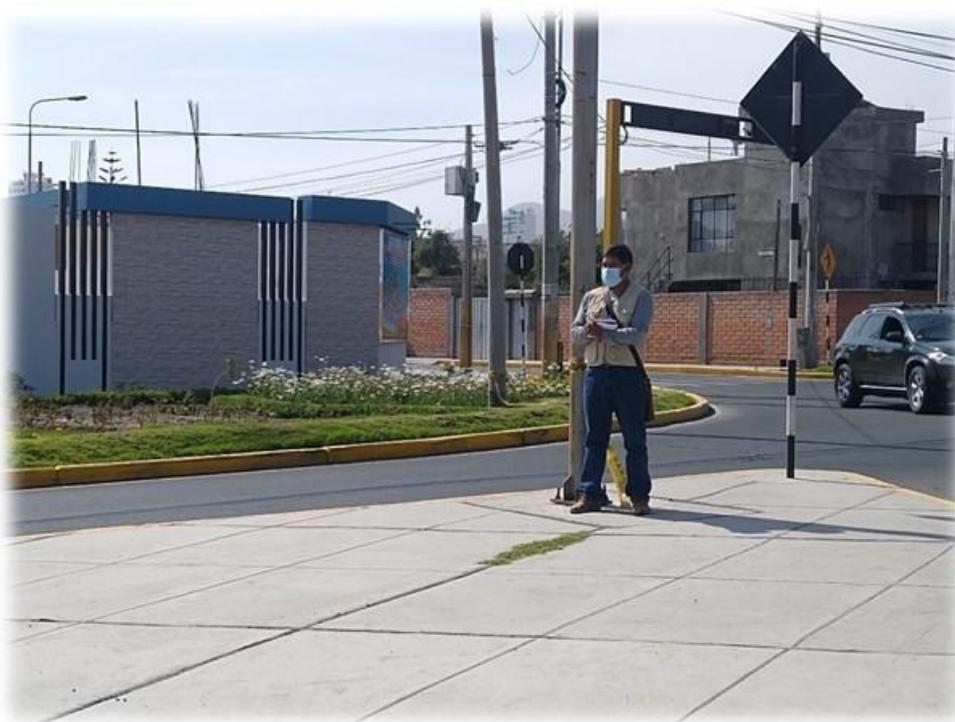
6:00 pm. - 8:00 pm.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
1	2	11	6.90	64.55	120.00	62.60
1	3	9	13.05	40.63	122.50	33.79
1	4	5	17.29	34.52	150.00	31.23

6:00 pm. - 8:00 pm.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
2	1	12	15.79	31.79	120.00	27.35
2	3	3	33.24	12.88	122.50	13.27
2	4	10	19.21	29.82	150.00	28.11

6:00 pm. - 8:00 pm.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
3	1	21	12.27	38.22	120.00	35.21
3	2	2	11.22	36.95	122.50	39.30
3	4	2	9.30	43.34	150.00	58.06

6:00 pm. - 8:00 pm.			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL	DISTANCIA	VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD	s	km/h	m	km/h
4	1	14	13.47	41.39	120.00	32.07
4	2	9	15.25	35.79	122.50	28.91
4	3	2	14.42	32.83	150.00	37.46

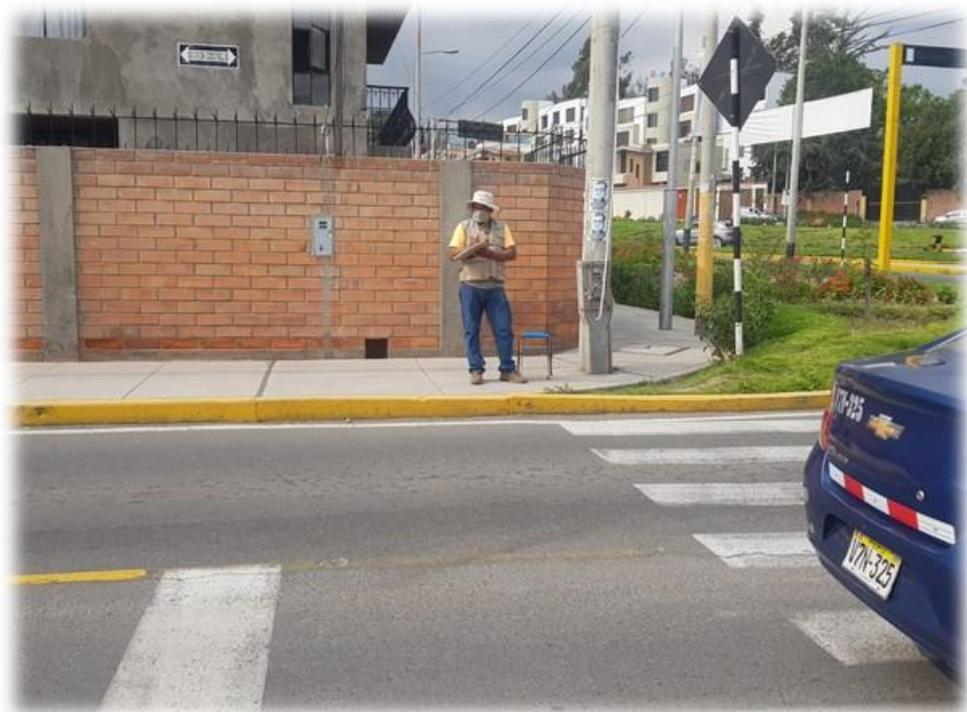
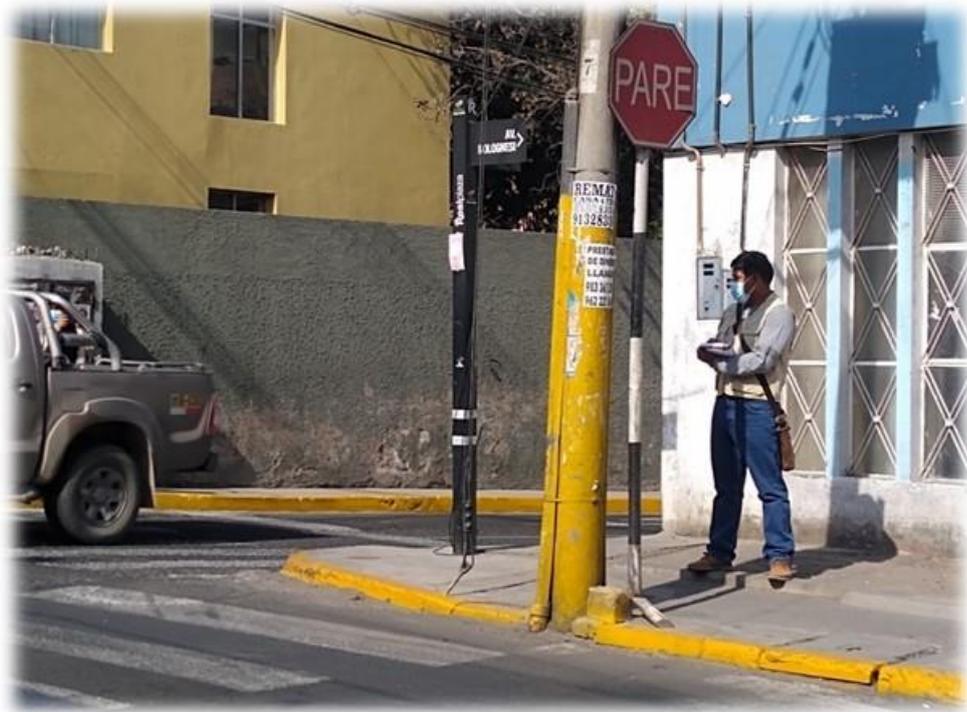
## Anexo D. Panel Fotográfico



Registro de datos en campo



Registro de datos en campo



Registro de datos en campo



Registro de datos en campo



Registro de datos en campo